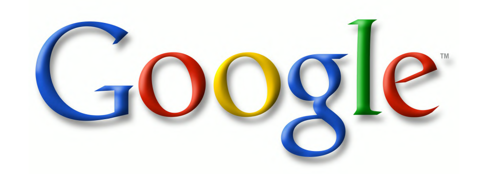
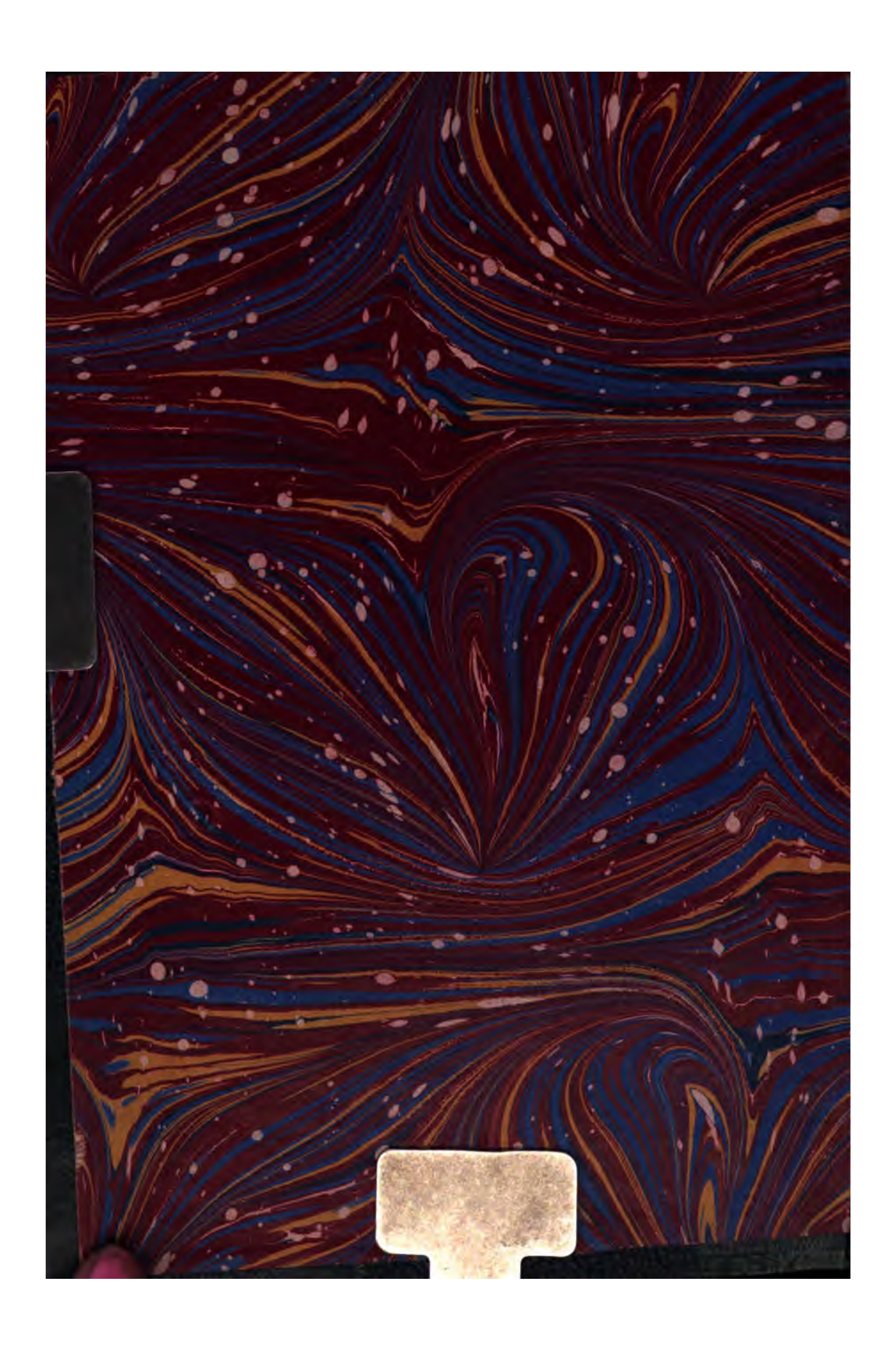
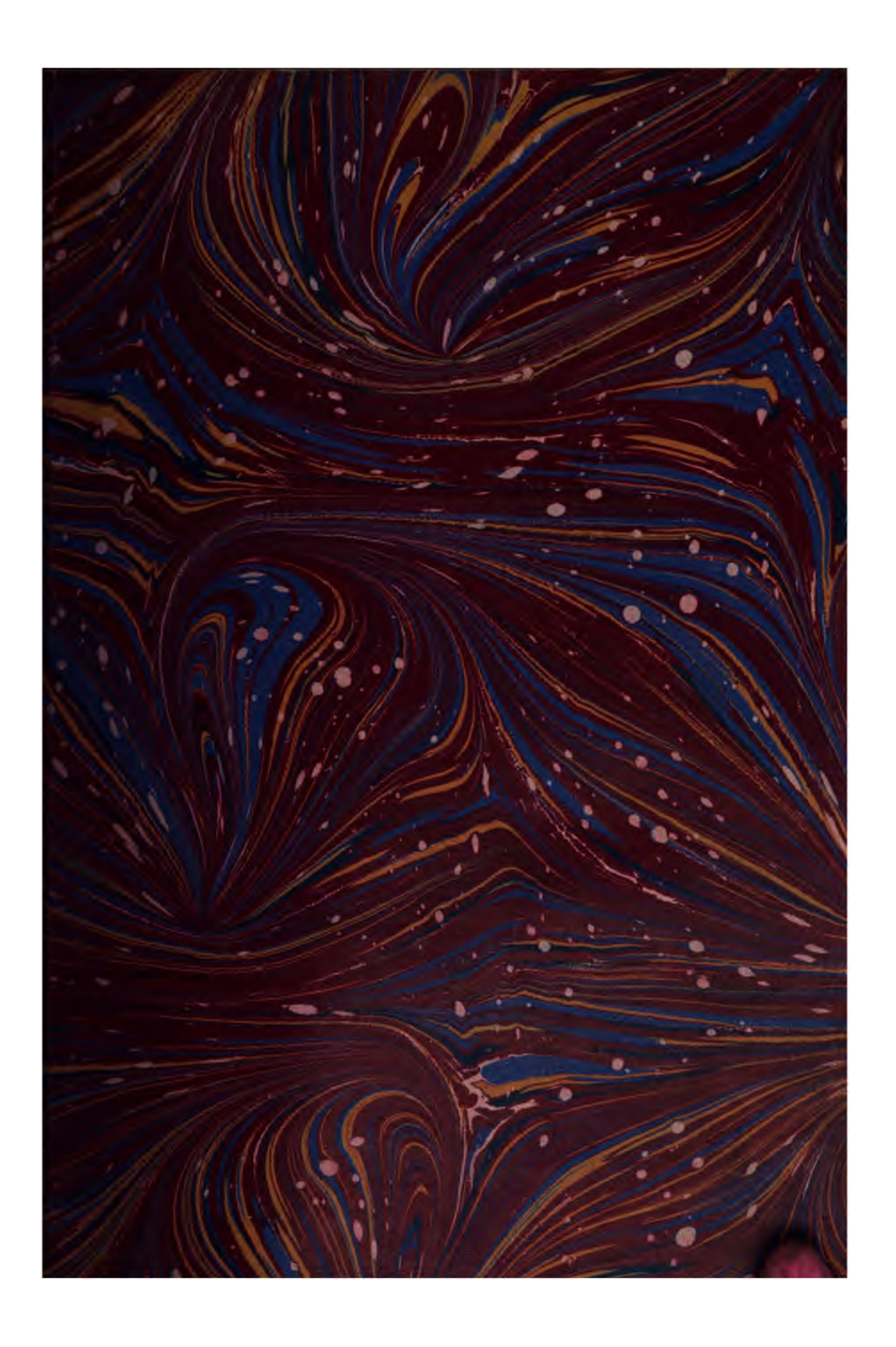










ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. J. BOCKENDAHL, Kiel; Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Docent Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Geh. Rath Prof. Dr. C. FINKELNBURG, Bonn; Prof. Dr. C. FLÜGGE, Göttingen; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Docent Dr. M. GRUBER, Wien; Prof. Dr. R. GSCHEIDLEN, Breslau; Prof. Dr. A. HILGER, Erlangen; Geh. Rath Dr. R. KOCH, Berlin; Oberstabsarzt Dr. J. PORT, München; Geh. Rath Dr. REINHARD, Dresden; Docent Dr. F. RENK, München; Generalarzt Dr. W. ROTH, Dresden; Docent Dr. J. SOYKA, München; Prof. Dr. J. UFFELMANN, Rostock; Regierungsrath und Docent Dr. G. WOLFFHÜGEL, Berlin

HERAUSGEGEBEN

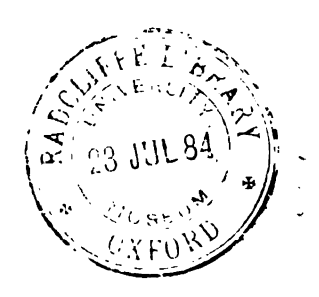
VON

J. FORSTER, FR. HOFMANN, M. v. PETTENKOFER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

AMSTERDAM, LEIPZIG, MÜNCHEN.

ERSTER BAND.



MÜNCHEN UND **LEIPZIG.**

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

1883.

Inhalt.

—

Vorwort.

Es darf als ein hervorragendes Merkmal unserer Zeitrichtung angesehen werden, dass die Bestrebungen der Gesundheitspflege in so kurzer Frist einen ungeahnten Aufschwung gewonnen haben. Das Wort »Gesundheit« besitzt einen zu reellen und guten Klang, als dass darauf nicht Jedermann, ob reich oder arm, hören sollte. Grossartige Schöpfungen auf dem Gebiete des Bauwesens, der Wasserversorgung, der Städtereinigung u. a. m., wie sie zwar schon eine frühere Culturperiode theilweise kannte, die man aber seit langer Zeit unbeachtet liess, sind unter dem unüberwindlichen Drucke dieser Bestrebungen neu entstanden, und ist nun zum Zwecke der wirklichen oder vermeintlichen Selbsterhaltung nicht bloss der Einzelne, sondern sind Gemeinden und Staat wieder zu Opfern bereit, welche vor wenigen Jahrzehnten noch als unerschwingliche angesehen wurden.

Getragen von diesen praktischen Zielen der Gesundheitspflege existiren in Deutschland und ausserhalb Deutschlands eine Anzahl von Zeitschriften und periodischen Veröffentlichungen, welche in werthvollen Arbeiten und Berichten der angewandten, privaten und öffentlichen Hygiene dienen. In ihrem Wesen liegt es, vorwiegend solche Fragen aufzunehmen, welche als dringliche Zeitfragen das öffentliche Handeln beschäftigen oder anregen sollen. Aber es mangelt ein eigenes Organ, in welchem die hygienischen Arbeiten von mehr abstracter wissenschaftlicher

Tendenz auf experimenteller und kritischer Grundlage gesammelt werden.

Die Eröffnung eines selbständigen Sammelplatzes für solche Arbeiten liegt ebenso im Interesse der raschen und sicheren Entwicklung der wissenschaftlichen Hygiene, in dem Zwecke der Klärung bestehender Streitfragen, — als sie durch die Vermehrung der hygienischen Arbeitsstätten und durch die Erweiterung des wissenschaftlichen Forschungsgebietes für die hygienischen Fachgenossen geboten wird.

Als sich nun Professor von Voit in München mit Professor Kühne in Heidelberg dahin vereinte, die Zeitschrift für Biologie, welche seit den 18 Jahren ihres Bestehens unter Pettenkofer und Voit einen so hervorragenden Einfluss auf die Entwicklung der Hygiene geübt hat, in einer ausschliesslich physiologisch-biologischen Richtung fortzuführen, zögerten die Unterzeichneten nicht mehr, dem vielfach empfundenen Bedürfnisse durch Herausgabe einer eigenen hygienischen Zeitschrift unter dem Namen „Archiv für Hygiene“ zu entsprechen.

Unterstützt von bewährten Mitarbeitern, von welchen bereits eine grosse Anzahl ihre Beihilfe bereitwilligst zugesagt hat, soll es Hauptziel des Archivs für Hygiene sein, auf Grund experimenteller Arbeiten den Kreis der hygienischen Beobachtungen zu erweitern und durch Erlangung wissenschaftlicher Lehr- und Erfahrungssätze den Aufbau unseres Faches zu fördern.

Hierbei werden die Originalarbeiten sich keineswegs auf rein theoretische Probleme beschränken, sondern, wie es in der Natur der Disciplin gelegen ist, auch praktische, mit der Gesundheitspflege verwachsene Aufgaben umfassen.

Ein wesentliches Gewicht wird auf die Feststellung und Prüfung von wissenschaftlichen wie gesundheitstechnischen Methoden gelegt werden, denn von ihnen hängen nicht bloss der sichere Fortschritt in der Erkenntniss, sondern auch die maassgebenden Entscheidungen für das praktische Handeln ab.

Gesundheitsgemässe Verhältnisse erscheinen als höchstes Anrecht eines jeden Menschen. In der Praxis ist die Gesundheit ein wirthschaftliches Gut, bei welchem die Mittel zur Beschaffung leider vielfach im Verhältniss zum voraussichtlichen Gewinne stehen. Gerade deshalb entspricht es den Aufgaben eines wissenschaftlichen Journales, sich mit gründlichen Untersuchungen über den gesundheitswirthschaftlichen Werth bestehender Einrichtungen zu befassen, und wir hoffen durch eine sachgemässe Kritik von Bestehendem und Entstehendem sowohl dem ärztlichen Leserkreise wie dem Verwaltungsbeamten und Gesundheitstechniker Anregung und Aufklärung in verschiedenen Richtungen geben zu können.

Dr. Josef Forster, Dr. Franz Hofmann, Dr. Max von Pettenkofer,

Vorstände der hygienischen Institute der Universitäten in

Amsterdam, Leipzig, München.

Ueber die vermeintliche Ausathmung organischer Substanzen durch den Menschen. Ein Beitrag zur Ventilationsfrage.

Von

J. Th. H. Hermans.

(Aus dem hygienischen Institute zu Amsterdam.)

Man hat bekanntlich die Beobachtung gemacht, dass Menschen, welche in überfüllten Räumen leben oder längere Zeit sich daselbst aufhalten müssen, mehr als andere und leichter Störungen ihrer Gesundheit unterworfen sind, und dass im Allgemeinen die Lebensdauer solcher Menschen eine relativ niedrige ist. Es lag nahe, die Ursache hiervon besonders in schädlichen Einflüssen zu suchen, welche die Beschaffenheit der in jenen Räumen von den Menschen eingeathmeten Luft ausüben sollte. In der That scheint dieser Schluss insoferne gerechtfertigt zu sein, als man andererseits vielfach die Erfahrung machen konnte, dass mit der Einführung einer Ventilation solcher Räume Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Inwohner verbessert wurden.

Man hat sich selbstverständlich alsbald auch die Frage gestellt, worin eine solche schädliche Veränderung der Luft, abgesehen von den Erfahrungen der Neuzeit über die Anwesenheit von Mikroorganismen, liegen könne. Dort, wo es sich namentlich bei gewerblichen und industriellen Anlagen u. s. w. um die Gegenwart grosser Mengen von Staubbestandtheilen oder um die Anhäufung von schädlichen, der Atmosphäre fremden Gasen handelte, konnte die Frage einfach genug beantwortet werden. Dagegen war es weniger einfach, eine Einsicht in den Vorgang der sog. Luftverderbniss zu gewinnen dort, wo eine solche dem Anscheine nach allein unter dem Einflusse der Re- und Perspiration des Menschen stattfinden konnte. Da die physikalischen Zustände der Luft in

Wohn- und Arbeitsräumen (durch die reichlichere Anwesenheit von Wasserdampf etc. bewirkte Temperaturverhältnisse u. dgl.) durch den Aufenthalt des Menschen allein meist nicht so bedeutende Veränderungen zu erfahren schienen, dass man diese vorzüglich für schädlich erachten konnte, so lag es nahe, in den durch die Gegenwart des Menschen hervorgerufenen chemischen Veränderungen die Ursache der übeln Einflüsse einer sog. verdorbenen Luft zu suchen. Da man nun seit Lavoisier's Untersuchungen wusste, dass der Mensch bei der Athmung Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure producirt, war es natürlich, dass man zuerst die angenommene Luftverderbniss in den von Menschen bewohnten Räumen als durch Sauerstoffverarmung und Kohlensäureanhäufung hervorgerufen ansah.

Allein was den Sauerstoff anlangt, so sah man baldigst, dass bei dem grossen Sauerstoffvorrath in der Luft und bei dem relativ geringen Sauerstoffverbrauche durch den Menschen unter den gewöhnlichen Lebensbedingungen, selbst in überfüllten Räumen, an eine so hervorragende Sauerstoffverarmung der Luft nicht wohl zu denken war, dass üble oder physiologisch erkennbare Wirkungen durch das fernere Einathmen derselben hervorgerufen würden. In der That zeigten experimentelle Beobachtungen von Regnault und Reiset[1]), dass Thiere erst bei einem Gehalte der Athemluft von 10 % Sauerstoff anfingen schneller zu respiriren, dass aber erst bei 4—5 % Erstickungserscheinungen eintraten.

W. Müller[2]) sah ebenso, dass seine Thiere erst bei 5—7 ½ % Sauerstoff in der Athemluft beschwerlich zu respiriren begannen, während bei 15 % noch keine Veränderung in der Athmung oder sonstige besondere Erscheinungen wahrgenommen wurden.

Friedländer und Herter[3]), welche diese Versuche jüngst wiederholten, haben in Uebereinstimmung damit gefunden, dass

---

1) Regnault u. Reiset, Rech. chim. de la respiration des animaux. Ann. de chim. et de phys., t. XXVII. p. 32.

2) W. Müller, Zur Theorie der Respiration; Liebig's Annalen (1858) Bd. 108 S. 257.

3) Friedländer u. Herter, Ueber die Wirkung des Sauerstoffmangels auf den thierischen Organismus. Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 3 (1879) S. 19.

zwar eine Einwirkung auf den Athmungsrythmus sich bei 15% Sauerstoff in der eingeathmeten Luft eben erkennen liess, dass aber eine Dyspnoe der Versuchsthiere erst bemerkbar wurde bei 7%, und dass sie erst bei 2,1—3,8% Sauerstoff succumbirten. Auch die Sauerstoffaufnahme und damit die Energie des Stoffwechsels im Thierkörper wird durch den Mindergehalt der Einathmungsluft an Sauerstoff verringert. Nach Versuchen von P. Bert[1]), Speck[2]) und Kempner[3]) wäre dies schon der Fall, wenn die Sauerstoffmenge der Athemluft nur um weniges herabgesetzt ist. Doch sind die Resultate dieser Versuche bei der kurzen Dauer derselben allzusehr beeinflusst durch die in den Lungen enthaltene Residualluft. Ist jedoch einmal der Sauerstoffgehalt der Einathmungsluft um 4—7% herabgesetzt und dauert der Aufenthalt in solcher Luft einige Zeit, so findet, wie Friedländer und Herter[4]) und namentlich Kempner und Herter[5]) nachwiesen, eine Verminderung der oxydativen Processe im menchlichen oder thierischen Körper statt, die jedoch durch die Erhöhung der Respirationsthätigkeit[6]) compensirt werden kann oder muss.

Allein so beträchtliche Verringerungen des Sauerstoffgehaltes kommen nur unter ganz besonderen und seltenen Bedingungen zur Beobachtung in Räumen, wo Menschen verbleiben. Schon Leblanc[7]) hat denn auch gezeigt, dass unter Bedingungen, unter welchen der Kohlensäuregehalt der Luft beträchtlich steigt, z. B. in Hörsälen, Theatern u. s. w., die Sauerstoffverringerung nur sehr unbedeutend ist und nur selten auf wenig unter 20% herabfällt.

---

1) P. Bert, La pression barometrique (Paris 1878) p. 671.

2) Speck, Untersuchungen über die Wirkung des veränderten Luftdruckes auf den Athemprocess (Cassel 1878).

3) Kempner, Ztschr. f. klin. Medic. Bd. 4 (1882).

4) a. a. O.

5) Kempner, Virchow's Arch. f. pathol. Anatomie Bd. 89 (1882) S. 290.

6) Bei dauerndem Aufenthalte auch durch andere Einrichtungen, z. B. durch die Erhöhung der Hämoglobinmenge im Blute, vgl. P. Bert, Comptes rendus t. 94 (1882) p. 805.

7) Leblanc, Annales de chimie et de physique. 3. Série t. 5 p. 248. — S. auch Roth u. Lex, Handbuch der Militärgesundheitspflege S. 169 etc.

Aehnlich verhält es sich aber auch mit der Kohlensäure. Wohl hat man sich daran gewöhnt, auf Grund der eingehenden Untersuchungen Pettenkofer's[1]) die Kohlensäure als Maassstab für den Grad der Luftverunreinigung zu wählen, aber man legt hierauf allein Werth als auf ein indirectes Kriterium der Güte der Luft, indem man bekanntlich annimmt, dass in einer Luft, wo Menschen athmen, die Zunahme der Kohlensäure proportional mit anderen nachtheiligen Luftveränderungen einhergeht, und, da die quantitative Bestimmung der Kohlensäure nach der von Pettenkofer angegebenen Methode verhältnissmässig leicht auszuführen ist, eine Zimmerluft etc. so leicht controlirt werden kann.

Was die experimentellen Beobachtungen über den Einfluss der Kohlensäure in verdünntem Zustande betrifft, so müssen auch hier, wie es scheint, ziemlich beträchtliche Mengen in der Athemluft zugegen sein, bis eine Wirkung derselben auf den thierischen Organismus auftritt. So weiss man bekanntlich seit den Versuchen von Regnault und Reiset (a. a. O.), sowie von Legallois, dass Thiere bei hinreichender Sauerstoffzufuhr in einer sehr kohlensäurereichen Atmosphäre leben können; nach der Angabe von Demarquay[2]) kann ein Thier selbst längere Zeit ohne Beschwerden eine Mischung von 1/5 % Kohlensäure und 4/5 atmosphärischer Luft einathmen.

W. Müller[3]), welcher Thiere in mit Sauerstoff gefüllten Räumen respiriren liess, bis sie endlich starben, fand dann am Ende der Versuche von 20—68 % Kohlensäure.

Eulenburg[4]) konnte an einer Taube erst bei 8 % Kohlensäure beschleunigtes Athmen constatiren, während bei Kaninchen, bei Einathmung von 12 % Kohlensäure erst allmählig Dyspnoe auftrat.

---

1) Pettenkofer, Abhandl. der naturwissensch. Commission der bayer. Akademie Bd. 2 (1858).

2) Demarquay, Versuch einer medic. Pneumatologie; deutsch von Reyher (1867) S. 233.

3) W. Müller, Zur Theorie der Respiration. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. Bd. 33 (1858) Separatabdruck S. 43.

4) Eulenburg, Giftige Gase S. 58.

Friedländer und Herter[1]) kommen bei ihren Versuchen zu dem Resultate, dass, bei Einathmung von 20 % Kohlensäure, während der Dauer einer Stunde, keine eigentlich giftige Wirkung auftrete, sondern allein dabei eine Reizung der Athemcentralorgane und eine Steigerung der Arbeit des Herzens hervorgerufen werde. Erst wenn Gasgemische von 30 % oder mehr Kohlensäure eingeathmet werden, fügen sich hierzu Depressionserscheinungen.

Indess haben diese und ähnliche Beobachtungen vom hygienischen Standpunkte aus nur ein untergeordnetes Interesse, da sie eigentlich allein zum Ziele hatten, zu erforschen, ob Reizungs- oder Depressionserscheinungen Ursache des Todes bei der Kohlensäurevergiftung wären, und daher nur die Wirkungen einer kurze Zeit dauernden Einathmung kohlensäurereicher Luft zeigen. Immerhin wäre es nicht undenkbar, dass schon eine Athemluft mit niedrigem Kohlensäuregehalte auf den Menschen, und namentlich, wie auch Friedländer und Herter vermuthen, bei lange Zeit fortgesetztem Verbrauche derselben, ähnliche Wirkungen ausüben, die mit der Zeit durch Summirung üble Folgen nach sich zögen. In der That meinte auch Dr. Angus Smith[2]) durch eine Reihe von Experimenten beweisen zu können, dass die Kohlensäure bereits in sehr starker Verdünnung eingeathmet schädlich wäre. Er glaubte gefunden zu haben, dass der Aufenthalt in einem luftdicht geschlossenen Raume auf einen Menschen schon nach kurzer Zeit einen deutlich nachweisbaren Einfluss ausüben sollte, der vorzüglich auf die Gegenwart geringer Kohlensäuremengen zurückzuführen sei, und dass die objectiv constatirbaren Störungen schon bei 0,25 % Kohlensäure auftreten, subjective Erscheinungen dagegen bei 1 % und selbst erst bei 4 %, wenn die Luft keine andere Veränderung als eine Kohlensäurezunahme erleidet; ja, er meinte annehmen zu dürfen, dass sich proportional mit der Kohlensäurezunahme und, durch diese bewirkt, die Respirationsfrequenz vermehre und die Pulsfrequenz

1) Friedländer u. Herter, Wirkung der Kohlensäure auf den thier. Organismus. Ztschr. f. phys. Chemie Bd. 2 (1878/79) S. 145.

2) Dr. R. A. Smith, Air and Rain p. 215.

vermindere; so finden sich beispielsweise unter den genannten Bedingungen folgende Verhältnisse von ihm angegeben:

	Puls	Respirationsfrequenz	Kohlensäuregehalt der eingeathmeten Luft
vor dem Versuch . . .	73	15,5	0,04 %
nach 1 Stunde	68	16	0,48
» 2 »	64	19	0,92
» 3 »	60	21	1,36
» ca. 4 »	57	24	1,73

Bei 3 % Kohlensäure schien grosse Schwäche der Circulation mit Verlangsamung der Herzaction und sehr beschleunigte Respiration aufzutreten.

Diese vereinzelten Beobachtungen, welche übrigens verschiedene Deutungen zulassen, mussten aber gegenüber einer grossen Anzahl von anderen Erfahrungen nur zum Theile auf die Wirkung der Kohlensäureansammlung in dem abgeschlossenen Raume Smith's bezogen werden. Es genüge, an einige solcher anderen Wahrnehmungen zu erinnern, welche alle an Menschen gemacht und bereits von Roth und Lex[1]) angegeben worden sind. Die Luft im Sooldunstbade zu Oeynhausen enthält mehrere Procente Kohlensäure wie Helfft und Braun angeben. Doch wird diese Luft ohne die geringsten Beschwerden 30—60 Minuten lang eingeathmet. Lewy fand in Guadeloupe bei einem Erdbrand in der freien Luft, die ohne Beschwerden geathmet wurde, 22,1—33 pro Mille Kohlensäure. A. Smith fand als Mittelzahl aus einer Reihe von Beobachtungen in der Luft in Bergwerken 8 pro Mille Kohlensäure. Er gibt dabei selbst an, dass sich erst dann Athembeschwerden einstellten, wenn die Lampen anfingen trüb zu brennen, was nach Taylor einen Kohlensäuregehalt der Luft von mehr als 10 % bedeute. Bei seinen Untersuchungen über den Zusammenhang der Luft im Boden und Wohnung konnte Prof. Forster[2]), einige Zeit ohne die mindesten Beschwerden in der Luft eines Gärkellers thätig sein, welche 1,8—4,3 % Kohlensäure enthielt. Das Gleiche wurde von Aubry[3]) u. A. erfahren. In Wirklichkeit

1) Roth u. Lex, Handbuch d. Hyg. (1872) S. 176.

2) Forster, Ztschr. f. Biol. Bd. 11 (1875) S. 400.

3) Beilage z. Jahresberichte 1876/77 der bayer. Centrallandwirthschaftsschule Weihenstephan.

nun findet man aber in den von Menschen bewohnten und selbst überfüllten Räumen wohl nie solche Mengen von Kohlensäure angehäuft, wie sie hier zur Beobachtung kamen. Bei den Wahrnehmungen von Leblanc, Pettenkofer, Oertel, de Chaumont u. A., welche man in den Handbüchern der Hygiene vermeldet findet, kommen selten Fälle vor, wo der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft 1 % überschreitet, obschon dabei die am meisten überfüllten Räume zur Untersuchung ausgewählt waren. Es schien nun so deutlich geworden zu sein, dass die quantitative Veränderung der normalen Luftbestandtheile nicht gross genug wäre, um einen üblen Einfluss der Luft in Wohnräumen zu erklären. Man stellte sich daher die Frage, ob nicht durch die Re- und Perspiration des Menschen noch andere, etwa flüchtige organische Stoffe geliefert würden, deren Gegenwart in der Zimmerluft man die supponirte Schädlichkeit einer mehrfach eingeathmeten Luft zuschreiben konnte, und zögerte nicht, diese Frage in bejahendem Sinne zu beantworten, namentlich im Hinblicke auf die bekannten Versuche an Vögeln, in welchen Cl. Bernard die Athmung im abgeschlossenen Raume (unter Glasglocken) studirt hatte. Dies musste um so plausibler erscheinen, als die Luft in bewohnten Räumen nicht selten unangenehm riechend befunden wurde, und dieser Geruch dem Anscheine nach kaum auf etwas Anderes, als auf Rechnung organischer Ausathmungsstoffe gebracht werden konnte.

In der neueren Zeit galt es sonach fast allgemein als feststehend, dass der Mensch ausser der Kohlensäure noch gasförmige Stoffe ausscheide, welche bereits in sehr geringen Mengen in seiner Athemluft enthalten, und wieder eingeathmet, nach kürzerer oder längerer Dauer eine Art von giftiger Wirkung auf ihn ausübten.

Auch Angus Smith, welcher den Einfluss der sogenannten verdorbenen Luft vorwiegend auf Rechnung der Kohlensäure zu schieben scheint, machte sich keineswegs von der Idee los, dass eine Anhäufung organischer Stoffe, die vom Menschen exhalirt würden, besonders nachtheilig wäre. Wenn es auch manche Schwierigkeiten darbot, eine Erklärungsweise hierfür zu finden, so machte man sich doch namentlich auf Grund der scharfsinnigen Aus-

einandersetzungen Pettenkofer's[1]) bestimmte Vorstellungen über die Art der Einwirkung des flüchtigen schädlichen Agens, das Du Bois-Reymond[2]) witzig als »Anthropotoxin mihi« bezeichnete. Indess fehlte bisher trotz einiger, übrigens vielseitig zu deutender Thierversuche der Physiologen der wirkliche Nachweis einer giftigen, flüchtigen Substanz in den insensibeln Ausscheidungen des Menschen.

Wohl hatten Pettenkofer und Voit[3]) bei ihren Versuchen an Thieren geringe Mengen von Sumpfgas im Respirationskasten, in welchem diese längere Zeit verweilten, gefunden. Ebenso nahmen Colasanti und Finkler[4]) bei Meerschweinchen eine geringe Ausscheidung von Wasserstoff und Sumpfgas wahr. Auch Erismann[5]) wies in der Luft eines Raumes, in welchem er eine Anzahl von Menschen eingeschlossen hatte, durch Glühen der Luft über Kupferoxyd die Gegenwart gasförmiger, Kohlenstoff- und Wasserstoff haltenden Substanzen nach. Allein damit war zunächst nicht dargethan, dass schädliche resp. giftige, oder überhaupt gasförmige Substanzen organischer Natur vom normalen Menschen producirt wurden, da namentlich Erismann's Versuche in einem Luftraume, welcher vorher schon organische Gase enthielt, und absichtlich an Menschen angestellt waren, die nicht besonders reinlich und mit mehr oder weniger unsauberen Kleidern versehen waren, die riechende Stoffe in die Luft abgeben konnten.

In der allerletzten Zeit nun sind durch Seegen und Nowak[6]) Versuche mitgetheilt worden, die als Beweis citirt werden, dass in der That von Thieren bei der Athmung organische und zwar durch Kali nicht absorbirbare Stoffe, welche nach der Wiedereinathmung giftige Wirkungen ausüben, geliefert würden. So sagt Nowak in seinem Lehrbuch der Hygiene[7]): »Wir wissen also

---

1) Pettenkofer, Populäre Vorträge. Beziehungen der Luft zu Kleidung, Wohnung und Boden (1872).

2) Du Bois-Reymond, Ueber die Uebung (Berlin 1881) S. 20.

3) Vgl. z. B. Annal. der Chemie und Phys. II. Suppl.-Bd. S. 70. — Sitz.-Ber. d. bayer. Akad. Mai 1863.

4) Pflüger's Archiv Bd. 14 (1876).

5) Erismann, Ztschr. für Biologie Bd. 12 (1876) S. 315.

6) Seegen u. Nowak, Pflüger's Archiv Bd. 19 (1879) S. 347.

7) Nowak, Lehrbuch der Hygiene (Wien 1881) S. 148.

jetzt bestimmt, dass in einer verathmeten Luft wirklich schädlich wirkende giftige Substanzen vorkommen. Ihre Menge, ihre Natur, ihre Eigenschaften aber kennen wir nicht.«

Bei den Versuchen, auf welche sich diese Aussage stützt, liessen Seegen und Nowak Thiere in vollkommen abgeschlossenen Räumen respiriren, führten fortwährend Sauerstoff in einer nach dem Verbrauche berechneten Menge zu, während die ausgeathmete Kohlensäure zu gleicher Zeit fortwährend absorbirt wurde. Dabei wurden die Thiere nach einiger Zeit krank. »Wir beobachteten constant«, wird mitgetheilt, »dass die Thiere, wenn der Raum des Versuchsapparats circa das fünfzehnfache des Körpervolums betrug, während der ersten 16 Stunden sich noch anscheinend wohl befanden; sobald sie aber über 24 Stunden im Apparate verweilen mussten, wurde an ihnen in der Mehrzahl der Fälle ein deutliches Unwohlsein bemerkt. Einzelne Male waren die Thiere auch nach 24 Stunden noch munter. »Wir beschlossen deshalb«, sagen die Autoren weiter, »die Luft des Apparates durch eine mit Kupferoxyd gefüllte glühende Glasröhre zu treiben, und die Zersetzungsproducte zu absorbiren. Die Versuchsthiere blieben bei all' unseren späteren Versuchen gesund.« Sie geben dabei an, dass sie bei ihren ersten Versuchen nicht unbeträchtliche Mengen von Sumpfgas, und meist nur Spuren von Wasserstoff gefunden haben, deren Einathmung neben Sauerstoff jedoch bekanntlich keine nachtheiligen Folgen nach sich zieht.

Gegen die Deutung dieser Versuche, dass verbrennbare organische Exhalationsproducte der Thiere die an diesen beobachteten Erscheinungen hervorgerufen hätten, haben sich nun Pettenkofer und Voit[1]) gewendet.

Da Regnault und Reiset dieselben Thierversuche angestellt hatten, wie Seegen und Nowak, ohne ein Unwohlsein bei ihren Thieren wahrgenommen zu haben, so bleibe nichts anderes übrig als die Krankheitsursache in einer Verunreinigung des Sauerstoffs zu suchen, welchen Seegen und Nowak in den von ihnen gebrauchten Respirationsapparat einführten.

1) Pettenkofer u. Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 16 (1880) S. 508.

Regnault und Reiset haben zwar den Sauerstoff auf die gleiche Weise wie Seegen und Nowak bereitet, aber ihn erst sorgfältig mit Aetzkali in Berührung gebracht, ehe er über Chlorcalciumlösung aufgefangen wurde, während die Wiener Autoren ihn nur oberflächlich mit Kalilauge wuschen, ehe er in den Gasometer und von da in den Thierkäfig gelangte.

Es wäre darum nicht unwahrscheinlich, dass der von Seegen und Nowak angewendete Sauerstoff Chlorgas enthielt, auf dessen Einathmung die wahrgenommenen Erscheinungen an den Versuchsthieren zurückzuführen wären. In der That enthielt Sauerstoff, der auf gleiche Weise, wie durch Seegen und Nowak, bereitet wurde, 0,26 Volumprocent Chlor.

Allein diese Annahme dürfte noch nicht hinreichend sein, um die Schlüsse Nowaks's zu widerlegen. Es ist nämlich kaum zu bezweifeln, dass, wenn auch in den abgeschlossenen Respirationsraum bei den Versuchen von Seegen und Nowak chlorhaltiger Sauerstoff eingeleitet wurde, die ohnehin nur sehr geringe Menge des Chlors alsbald, und zwar noch rascher als die von den Thieren producirte Kohlensäure, beim Durchströmen durch die, Kalilösung enthaltenden, Absorptionsröhren ganz oder theilweise aus der Athemluft entfernt wurde. Um uns hierüber einigermaassen zu vergewissern, erwärmten wir Aqua chlorata (Pharmacopoea Neerlandica) in einem Kolben zum Verdampfen und leiteten die Chlordämpfe erst über eine mit Kalilösung gefüllte Pettenkofer'sche Absorptions- (Baryt-) röhre, von etwa 50 cm Länge und sodann durch befeuchtetes Lackmuspapier. Ob nun die chlorhaltigen Dämpfe in Blasen durch die Kalilösung, oder — bei horizontaler Stellung der zur Hälfte gefüllten Röhre — über die Oberfläche der Absorptionsflüssigkeit mit ziemlicher Geschwindigkeit hinstrich, niemals wurde durch die aus der Röhre in continuirlichem Strome aspirirte Luft eine Entfärbung des Lackmuspapieres bewirkt, oder konnten wir in derselben einen Chlorgeruch wahrnehmen.

Bekanntlich wirken nun erst gewisse grössere Quantitäten von Chlor in der Luft, welche eingeathmet wird, in kurzer Zeit bereits nachtheilig. Ich habe in meiner Armenpraxis täglich die

Gelegenheit zu beobachten, dass ähnlich wie bei den früheren Chlorräucherungen geringe Mengen Chlor in der Athemluft, die jedoch durch den Geruch deutlich zu erkennen sind, ohne etwa Intoxications- oder andere acute Erscheinungen hervorzurufen, vom Menschen eingeathmet werden können. Dies geschieht nämlich fortwährend in den Zimmern und Stuben von armen Leuten, in welchen die ohnehin auf engen Raum zusammengedrängten Bewohner noch ihre mit Waschpulver gereinigte und gebleichte Wäsche zum Trocknen aufhängen. Man darf daher wohl annehmen, dass auch in den Versuchen von Seegen und Nowak Chlor kaum in solcher Menge vorhanden sein konnte, dass dasselbe alsbald erkennbaren Einfluss auf die Versuchsthiere ausübte.

Da man nun auf der einen Seite, gestützt auf Versuche an Thieren [1]), berechtigt zu sein glaubt, in der Athemluft das Auftreten eines organischen Giftes anzunehmen, andererseits aber bisher in der Luft ungenügend ventilirter Räume, in welchen Menschen sich aufhalten, ein solches Gift nicht nachgewiesen worden ist, so habe ich, im Auftrage und nnter Leitung von Prof. Forster, im hygienischen Laboratorium zu Amsterdam einige Versuche unternommen, welche in das streitige Gebiet, das für die Auffassung mancher Ventilationsfragen von Wichtigkeit sein muss, einiges Licht zu bringen hätten.

Es erscheint hierbei zunächst nothwendig zwei Fragen zu beantworten und zwar:

1. ob in der Luft der von Menschen bewohnten und benutzten Räume, zu irgend einer Zeit, eine ähnliche Anhäufung von verbrennlichen Stoffen, wie sie bei den Versuchen von Seegen und Nowak beobachtet wurde, in der Weise vorkommen kann, dass sie zu gleichen übeln Folgen, wie dort gefunden, Veranlassung gäbe, und

2. ob in der That vom Menschen durch seine normale Re- und Perspiration gasförmige organische Stoffe geliefert würden,

---

1) Nach den in der neuesten Zeit von Guldensteeden-Egeling gemachten Beobachtungen (Ueber die Bildung von Cyanwasserstoffsäure bei einem Myriapoden. Pflüger's Archiv Bd. 28 [1882] S. 576) könnte man an die Möglichkeit denken, dass von niederen Thieren Blausäure producirt würde.

deren Wiedereinathmung eventuell zu einer Gesundheitsschädlichkeit werden könnte.

Was zunächst die erste Frage anlangt, so ist zu betrachten, unter welchen Verhältnissen dann eine den eben erwähnten Versuchen entsprechende Wirkung zu erwarten wäre, wenn statt eines Thieres ein Mensch sich unter den gleichen Bedingungen befände, in welche von Seegen und Nowak die Versuchsthiere gesetzt waren. In Bezug auf die verfügbare Luftmenge müsste hierzu ein erwachsener Mensch in einen luftdichten Raum von etwa 1 cbm eingeschlossen sein. Bei Absorption der exhalirten Kohlensäure und unter Ersatz des verbrauchten Sauerstoffes würden hierbei nicht vor etwa 24 Stunden die ersten, den an den Versuchsthieren beobachteten ähnlichen Erscheinungen einer Vergiftung auftreten, welche durch die Wiedereinathmung von gasförmigen, durch Kali nicht zu absorbirenden Substanzen hervorgerufen würden. Eine kurze Ueberlegung aber ergibt, dass solche Verhältnisse, bei welchen ein Mensch auf ein Luftquantum von 1 cbm Inhalt für längere Zeit angewiesen ist, und wobei eine schädliche Ansammlung organischer Exhalationsproducte zu erwarten wäre, von ganz aussergewöhnlichen Umständen abgesehen, in Wirklichkeit nicht vorkommen.

Würden sie aber auch einmal zur Beobachtung gelangen, so müsste lange vor dem Auftreten einer Wirkung von Seite unbekannter verbrennlicher Stoffe der Einfluss der angesammelten Kohlensäure und des Sauerstoffmangels sich in schädlicher, ja vernichtender Weise geltend machen, da im gewöhnlichen Leben nicht an eine Entfernung der gebildeten Kohlensäure, oder Ersatz des verbrauchten Sauerstoffs, im Sinne der erwähnten Versuche, die Rede sein kann. Angenommen nämlich, dass ein Erwachsener in 24 Stunden 500 Liter Sauerstoff verbraucht, und in der gleichen Zeit etwa dieselbe Menge CO_2 producirt, so würde in dem oben genannten Raume von 1 cbm Inhalt bereits nach ein paar Stunden die Luft, durch die hiermit einhergehende Veränderung derselben irrespirabel geworden sein, ohne dass nur irgend ein Einfluss anderer Gasarten in Rechnung gebracht werden muss. Werden daher vom Menschen nur soviel organische Exhalationsproducte

geliefert, als Seegen und Nowak in ihren Versuchen beim Thiere gefunden zu haben glauben, so ist es undenkbar, dass diese einen schädlichen oder überhaupt einen Einfluss bei der Wiedereinathmung auf den Menschen üben können. Denn lange bevor sie letzteren durch ihre Gegenwart in der Athemluft zu entfalten im Stande wären, müsste eine Erstickung durch Kohlensäureanhäufung und Sauerstoffmangel erfolgt sein. Es wird aber in Wohnräumen, Schulen, Fabriklocalen etc., wo viele Menschen zusammen mehr oder weniger abgeschlossen auch längere Zeit hindurch sich aufhalten, niemals, wie bereits oben erwähnt, eine nur einigermaassen beträchtlich zu nennende Anhäufung der leicht nachweisbaren Kohlensäure beobachtet. Sonach kann für gewöhnliche Verhältnisse, wenn man die von Seegen und Nowak am Thiere gefundenen Zahlen proportional der Körperverschiedenheit auf den Menschen überträgt, eine Anhäufung organischer Athemproducte hierbei — bis zur Erzeugung einer physiologischen oder pathologischen Wirkung — gleichfalls nicht, beziehungsweise noch weniger statthaben als eine stärkere Erhöhung des Kohlensäuregehaltes.

Die Versuche von Seegen und Nowak beweisen sonach keineswegs den von Nowak[1]) aufgestellten Satz, es sei nunmehr dargethan, dass der Mensch in geringen Quantitäten wirksame, giftige Ausscheidungsproducte von flüchtiger und verbrennlicher Natur liefere, die seine Athemluft verderben.

Es wäre indess einmal immer noch die Möglichkeit vorhanden, dass vom Menschen, dessen Hautthätigkeit wohl beträchtlicher ist, als die der gewöhnlich zu Versuchen verwendeten Thiere (Kaninchen, Hunde), eine im Vergleiche zur Kohlensäure grössere Quantität flüchtiger organischer Substanzen, welche zu einer raschen Ansammlung derselben in der Wohnluft etc. führte, producirt würde, als von Thieren. Oder man könnte zweitens sich vorstellen, dass zwar vom Menschen Kohlensäure und organische flüchtige Stoffe etwa in dem gleichen Verhältnisse ausgeathmet würden, als das bei jenen Thieren anscheinend der Fall gewesen

1) Nowak, Lehrbuch der Hygiene a. a. O.

wäre, dass aber eine Anhäufung dieser Substanzen in den bewohnten Räumen deshalb vor einer reichlichen Kohlensäureansammlung eintrete, weil erstere weniger rasch aus den abgeschlossenen, aber mit permeabeln Wänden umgebenen Aufenthaltslocalen des Menschen nach aussen diffundiren.

Abgesehen noch von dem Umstande, dass man es hier mit der unbekannten Diffusion von hypothetischen Substanzen zu thun hat, muss man aber annehmen [1]), dass auch bei der natürlichen Ventilation von Wohnräumen, welche bekanntlich, wie Pettenkofer gezeigt hat, eine Ueberladung der Zimmerluft etc. an Kohlensäure auch noch unter ziemlich ungünstigen Umständen verhindern kann, die von den Menschen exhalirten Gase nicht oder nur wenig auf dem Wege der Diffusion aus den Zimmern etc. entfernt werden, sondern vorzüglich durch Luftströmungen, welche, sehr schwachen Winden zu vergleichen, die Luft in allen ihren zusammensetzenden Theilen mehr oder weniger gleichmässig fortbewegen. Aus diesem Grunde kann auch bei ungleichem Diffusionsvermögen einzelner Luftbestandtheile in der Luft eines Wohn- oder Arbeitsraumes bei einer gleichmässigen Entwicklung derselben eine einseitige Ansammlung einer Luftart bekanntlich nicht statthaben.

Sonach bleibt nur noch die Möglichkeit, dass die Menschen mehr als die behaarten Thiere organische Gase exhaliren oder exspiriren. Damit sind wir denn gleichzeitig zu der oben von uns gestellten Frage gekommen, welche nur durch das Experiment zu beantworten ist, und zu deren Lösung wir in nachstehenden Zeilen einen kleinen Beitrag zu liefern wünschen, nämlich zu der Frage, ob in der That unter den normalen Respirationsproducten des Menschen flüchtige organische Stoffe sich befinden, deren Anhäufung in den menschlichen Wohnungen etc. durch einen geeigneten Luftwechsel verhindert werden muss.

Es ist selbstverständlich, dass eine Anzahl von Bedingungen existiren können, unter welchen ein in einem abgeschlossenen Raume befindlicher Mensch an dessen Luft gasförmige organische

1) Vgl. z. B. Forster, Ztschr. f. Biologie Bd. 11 (1875) S. 403 und Forster u. E. Voit, ebendaselbst Bd. 13 (1877) S. 306.

Substanzen abgeben kann. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn an dessen Körperoberfläche oder in dessen Kleidern leicht zersetzliche Substanzen sich befinden (so z. B. bei unreinen Individuen, bei Hautkranken oder mit schlechten Zähnen, Fussschweissen u. dgl. behafteten Personen), oder es schliesst sich die Production der genannten Gase an eine unzweckmässige Ernährungsweise an, welche in bemerklicher Weise zu Fäulniss- und Gärungsvorgängen im Darme, und damit zu dem Auftreten und der Ausscheidung mehr oder weniger reichlicher Darmgase leitet[1]).

Mit Rücksicht jedoch auf hygienische Zwecke und vor allem auf die Erhaltung einer reinen Zimmerluft fällt die durch solche Verhältnisse veranlasste Luftverschlechterung in das Bereich derjenigen Ursachen der Luftveränderungen in bewohnten Räumen, welche weniger oder nicht durch einen Wechsel der Luft, sondern durch die Fernehaltung der Production der fremden Gase selbst zu beseitigen sind. Es verhalten sich diese Verunreinigungen, welche eine Verschlechterung der zu athmenden Luft hervorrufen, eben gleich allen anderen Anhäufungen von Schmutz, Unrath u. dgl. in den Wohnungen, wogegen nach Pettenkofer[2]) nicht eine Ventilation, sondern Wasser, Besen und ähnliches anzuwenden sind.

Zur Beantwortung der obigen Frage wurden nun eine Anzahl von Beobachtungen ausgeführt, zu welchen meist ich selbst unter Beobachtung der sorgfältigsten Reinlichkeit an Körper und Kleidung als Versuchsobject diente.

Zum Zwecke derselben liess Prof. Forster einen Kasten aus Eisenblech verfertigen, der 1,80^{m} hoch, 0,75^{m} breit und 1,20^{m} tief ist, und somit einen Inhalt von ungefähr 1,6^{cbm} besitzt. Der Raum war demnach so gross, dass ein Mensch darin bequem stehen oder sitzen konnte. Fussboden und Decke, sowie Rückwand und die eine Seitenwand waren vollkommen aus Eisenblech gemacht. Die andere Seitenwand bestand zur einen Hälfte aus durch Glas abgeschlossenen Fenstern, während die Vorderwand, ebenfalls mit Glasfenstern verschlossen, als eine von innen und aussen ver-

1) Vgl. z. B. schon Bidder u. Schmidt, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel S. 103 u. 218 (1852) u. A. m.

2) Pettenkofer, Beziehung d. Luft zu Kleidung, Wohnung u. Boden S. 57.

schliessbare Thüre diente. Die Verbindungsstellen der Eisenblechplatten wie der Fenstergläser waren sorgfältigst gedichtet, und die Thüre wurde jedesmal bei den Versuchen von aussen rundum mit dicker Leinmehlpappe oder Wachs verstrichen. An der Rückwand befanden sich 10 cm über dem Fussboden, bzw. unter der Decke, zwei runde Oeffnungen (Durchmesser 3 cm) mit nach aussen zu angebrachten Ansatzstutzen. Von dem oberen Stutzen leitete eine luftdicht mit ihm verbundene Röhre von gleichem Durchmesser nach der Aspirationsöffnung einer Gasuhr, sowie dieselbe bei dem durch Voit[1]) beschriebenen kleinen Respirationsapparate zur Ventilation des Respirationskasten verwendet wurde. Die einzige Luftaustrittsöffnung der sonst geschlossenen Gasuhr wurde durch gleiche Röhren wie oben in luftdichte Verbindung mit der unten in den Kasten mündenden Oeffnung gebracht. Die Trommel der Gasuhr konnte, beziehungsweise kann durch ein oberschlächtiges Wasserrad in Bewegung gesetzt werden. Geschieht dies, so wird bei der obigen Einrichtung die Luft aus den oberen Theilen des geschlossenen Kastens aspirirt und nach dem Durchtritt durch die Trommel der Gasuhr in den unteren Theil des Kastens wieder eingeführt, und somit die Luft des Kastens in einer beständigen circulirenden Bewegung erhalten. Da mit unserer Gasuhr etwa 45 Liter Luft in der Minute auf solche Weise fortbewegt werden konnten, so war in etwa 40 Minuten die in dem Kasten enthaltene Luftmenge einmal durch die Gasuhr hindurchgetreten. In die Verbindungsröhren der Gasuhr mit dem Kasten konnten durch eine einfache Vorrichtung, die wir der Beschreibung der erwähnten Versuche von Seegen und Nowak entnahmen, grosse Flaschen mit Absorptionsmitteln eingeschaltet werden, wobei die durch letztere tretende Luft stets den Weg durch die ganze Flasche hindurchnehmen musste. Nach Belieben war es uns sonach möglich die Luft durch Absorptionsmittel streichen zu lassen oder nicht.

An der fensterlosen Seitenwand des Kastens befanden sich ausserdem vier in der senkrechten Mittellinie der Wand ange-

---

1) Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 11 (1875) S. 546.

brachte Oeffnungen von $1\frac{1}{2}$ cm Durchmesser, von denen die erste in einer Höhe von 10 cm, die zweite von 60, die dritte von 120 und die vierte von 170 cm vom Fussboden entfernt lag. Nach aussen zu waren auch diese Oeffnungen mit Ansatzstückchen versehen, welche das Einbringen eines Stopfens zum Verschliessen oder eines durchbohrten, eine Glasröhre tragenden Korkes gestatteten. Aus verschiedenen Höhen des Kastens konnten somit, durch Hilfe von Aspiratoren, beliebige Luftmengen zur Untersuchung gezogen werden.

Wenn auch bei der oben geschilderten Einrichtung die in dem Versuchsraume enthaltene Luft nicht vollkommen dicht von der Zimmerluft abgeschlossen war, so erschien diese Abschliessung doch, wie einige besondere Versuche darthaten, für unsere Zwecke hinreichend. So liessen wir innerhalb des auf solche Weise gedichteten Kastens, mit und ohne Circulation der Kastenluft, fünf Stearinkerzen brennen, bis dieselben von selbst ausgingen[1]). Eine Stunde, nachdem die letzte der Flammen ausgelöscht und der Kasteninhalt auf die Zimmertemperatur abgekühlt war, enthielt dessen Luft eine Menge von 27 pro Mille Kohlensäure, nach der bekannten

1) Dies geschieht bekanntlich leicht bei Sauerstoffmangel und steht nicht so sehr in Beziehung zu dem Kohlensäuregehalte der Luft. Wir haben uns hiervon auch mittels unseres Apparates öfter überzeugen können. Um ein Beispiel anzuführen, so liessen wir einmal in dem abgeschlossenen Kasten 6 Stearinkerzen, die in mittlerer Höhe des letzteren aufgestellt waren, während die Luft durch die Gasuhr in Bewegung erhalten und so beständig gemischt wurde, so lange brennen, bis fünf davon ausgelöscht waren und die letzte Kerze eben noch eine schwache Flamme zeigte. Nun wurden aus einem Gasbehälter etwa 50 Liter reinen Sauerstoffgases in den Kasten von 1600 Liter eingeleitet. Dadurch wurde allerdings der Kohlensäuregehalt der Kastenluft etwas erniedrigt, allein wie eine einfache Rechnung ergibt, nur unbedeutend; dagegen stieg natürlich der procentische Sauerstoffgehalt erheblich an. Jetzt aber begann die sechste Flamme sofort frisch aufzuflackern und brannte ruhig und in normaler Höhe mehrere Stunden weiter. Aus demselben Grunde löschte in den unten angegebenen Versuchen eine in den Kasten am Schlusse der Versuche eingebrachte Flamme sofort aus und konnten im Innern desselben Zündhölzchen nicht entzündet werden, wenn der Sauerstoffgehalt der Luft etwa unter 14 % gesunken war. Dies geschah auch dann, wenn die in den Versuchen producirte Kohlensäure absorbirt wurde. Bei einem etwas höheren Sauerstoffgehalte brannte die im Kasten entzündete Kerzenflamme zwar, aber sie verlängerte sich, wie die Messungen der Flammenhöhe ergaben, erheblich gerade wie in verdünnter Luft.

Pettenkofer'schen Methode bestimmt. Nach fünf Stunden, der mittleren Dauer unserer späteren Versuche, betrug der Kohlensäuregehalt 25,5 p. M., nach 24 Stunden war derselbe 18,3 p. M. und erst nach 48 Stunden unter dem Einflusse der mit der Tageszeit wechselnden Temperaturen und der damit einhergehenden Condensationen von Wasserdampf, auf 7 p. M. (in Volum) gesunken.

Es hat sonach bei der von uns geübten Abschliessung des Versuchsraumes ein Entweichen der im Kasten befindlichen Luftbestandtheile, oder eine Veränderung derselben durch Diffusion erst nach längerem Zeitverlaufe in nennenswerthem Grade stattgefunden. Bei mehreren auf gleiche Weise angestellten Versuchen dieser Art wurde immer ein ähnliches Resultat erhalten. Das gleiche lässt sich auch ableiten aus der Zusammensetzung der Luft des Versuchskastens, wie sie in den nachstehenden Tabellen aufgezeichnet ist. Nachdem wir auf solche Weise uns von der für unsere Zwecke mehr als hinreichenden Dichtheit unseres Respirationskastens überzeugt hatten, wurden die eigentlichen Versuche ausgeführt, in welchen die Versuchsperson, resp. Personen, eine von 2 bis 8½ Stunden dauernde Zeit in dem Kasten eingeschlossen sich aufhielten. Dabei wurde die Luft innerhalb des Versuchsraumes mit Hilfe der Gasuhr stets in beständiger Circulation erhalten, und da die Luft oben aus dem Kasten aspirirt und unten wieder in letzteren zurückgeleitet wurde, stets gleichmässig gemischt erhalten [1]).

In der einen Reihe der Versuche geschah die Circulation einfach durch die Röhren, ohne Einschaltung des Absorptions-

---

1) Bei mehreren der später zu beschreibenden Versuche wurden zu gleicher Zeit auf verschiedenen Höhen und Tiefen unseres Versuchsraumes Luftproben auf ihren Gehalt an Kohlensäure untersucht, während bei bestehender Circulation die Versuchsperson in dem Kasten sich befand. So wurden z. B. bei Versuch 7 (s. Tabelle) gleiche Quantitäten Luft, in demselben Zeitraum (von 3 Uhr 30 Minuten bis 4 Uhr), aus den oberen und unteren Luftschichten des Kastens aspirirt und resp. 26 und 24 Volum p. M. Kohlensäure gefunden. Die Mischung der Kastenluft durch unsere Vorrichtung findet sonach in rascher Weise und ausgiebig statt, was bei der für den kleinen Raum immerhin beträchtlichen Luftströmung übrigens leicht erklärlich ist. Damit im Zusammenhange stehen auch die verhältnissmässig geringen Temperaturdifferenzen in dem obern und untern Theile des Kastens.

apparates; in einer anderen wurden ein oder zwei achtliterige Absorptionsflaschen, mit gereinigten, geglühten und mit concentrirter Kali resp. Natronlösung getränkten, kleinen Bimsteinstückchen gefüllt, in die Röhren eingeschalten, wodurch die während des Aufenthaltes der Versuchsperson mit Kohlensäure überladene Luft von letzterer befreit werden sollte.

Einige Male wurde auch versucht, durch Einschaltung von grossen Chlorcalciumröhren den gebildeten Wasserdampf, der sich meist unter den gegebenen Versuchsbedingungen an der Decke und den Wänden des Kastens ziemlich beträchtlich niederschlug, zu absorbiren. Dies gelang uns aber keineswegs und bald war auch hier die Luft, wie bei all' unseren Versuchen völlig mit Wasserdampf gesättigt. Von der in dem Kasten befindlichen Person wurden, von Zeit zu Zeit, Bestimmungen der Körpertemperatur (in der Achselhöhle) gemacht und die Pulsfrequenz gemessen.

Durch eine zweite Person, welche sich ausserhalb des Kastens im Zimmer, in welchem dieser aufgestellt war, befand, wurde die Athemfrequenz aufgenommen, ohne dass diese Aufnahme von der Versuchsperson bemerkt werden konnte. Ich glaube, dass ich auf solche Weise einen Fehler vermieden habe, welchen A. Smith [1]) bei der Beobachtung der Athemfrequenz seiner Versuchspersonen, unter ähnlichen Bedingungen begangen zu haben scheint, da nämlich bekanntlich der Athemrythmus einer Person sich meist sofort ändert, wenn dieselbe beobachtet wird. Von der im Kasten befindlichen Person wurde ausserdem noch der Feuchtigkeitsgehalt der Luft mit Hilfe von Klinkerfuess'schen Hygrometern auf verschiedenen Punkten des Kastenquerschnittes bestimmt und ebenso an den gleichen Stellen wiederholte Temperaturbestimmungen der Luft vorgenommen. Ausserdem wurde bei einer Anzahl von Versuchen je eine Luftprobe im Eudiometer über Quecksilber, und zwar meist gegen Ende des Versuches, aufgefangen, in welcher späterhin die Menge des Sauerstoffs mit Hilfe von alkalischer Pyrogalluslösung bestimmt wurde, ein Verfahren, das für unsere Zwecke hinreichend genau erschien.

1) a. a. O.

	Dauer des Versuchs	Temperatur variirt			Aussen-Temperatur	Körpertemperatur variirt zwischen
		Oben	Mitten	Unten		
						I. Versuche ohne
						A. Eine Person
1	1h 30 — 5h	20 — 22½	19 — 22	18 — 20	17	36,5 — 36,8
2	1 — 4 30	22 — 23	20 — 22	19 — 21	17	37,3 — 37,5
3	1 — 6	19 — 21	17,5 — 21	15,5 — 18	14 — 16	36,7 — 36,4
4	11 50 — 5	20,5 — 22,5	19 — 22	17,5 — 20	18	36,4 — 36,7
						B. Zwei Personen
5	11h 30 — 1h 30	17,5 — 24,5	16 — 24	15 — 20	15 — 16	36,8 — 36,8 37,6 — 37,6
						II. Versuche mit
						A. Mittels
6	1h — 5h	16 — 19,5	16 — 19	13 — 15	12 — 15	37,3
7	1 30 — 5 45	18 — 20	17 — 19	16 — 17	16	37,3
						B. Mittels
						a) Eine Person
8	1h 30 — 3h 30	16 — 18	15 — 17	14 — 16	12	—
9	1 30 — 3 30	18 — 19,5	16 — 19	13 — 15	12 — 15	—
10	1 — 4	15 — 17	13,5 — 16	12 — 14	10	—
11	1 40 — 4 40	20 — 24	19 — 22	14 — 18	14 — 19,5	—
12	1 — 4	23 — 28	21 — 27	16 — 22	22 — 26	—
13	2 — 5	21 — 26	18 — 23	14 — 18	19 — 24	—
14	11 — 2	17 — 24	15 — 22	10 — 15	15 — 22	—
15	12 — 3	21 — 23,5	18 — 22	15 — 18,5	18,5 — 20	—
16	12 30 — 4 30	21 — 23	20 — 22	16 — 18	16 — 20	36,8 — 37
17	10 — 2	15 — 23,5	14 — 23	11 — 20	11 — 20,5	36,8 — 36,7
18	11 — 3	17 — 20	16 — 18,5	12,5 — 15	13 — 16,5	36,7
19	11 — 5	23 — 29	19 — 21	16 — 23	20 — 24	36,8 — 36,6
20	11 30 — 8	24 — 26	21 — 25	18 — 22	20 — 22	37,2 — 36,6
						b) Zwei Personen
21	2h — 4h	23 — 25	23 — 25	20 — 23	15	37 37,2
22	1 — 4 30	24,5 — 27	24 — 27	20 — 25	19	37,3 — 37,5 37
23	1 — 4	24,5 — 27	22 — 26	19 — 23	18	37 37,2
24	1 15 — 5	24 — 27	22 — 25,5	20 — 21,5	18,25	36,8 37
25	1 15 — 4 30	23 — 24	20 — 23	18 — 21	17	37 37,2

Pulsfrequenz variirt	Kohlensäurebestimmung durch Aspiration: Zeit der Aspiration	Kohlensäurebestimmung durch Aspiration: % CO_2	Kohlensäurebestimmung mit der Pettenkofer'schen Flasche: Zeit der Luftentnahme	Kohlensäurebestimmung mit der Pettenkofer'schen Flasche: % CO_2	% Sauerstoff	Höchste gefundene Respirationsfrequenz
Kohlensäureabsorption.						
im Kasten.						
72	—	—	5h	3,63	—	20
72	4h — 4h 30	3,3	—	—	—	20
70 — 72	—	—	6	4,07	12,7	24
72 — 75	—	—	5	4,5	13,2	24 — 26
im Kasten.						
80 — 84 68 — 72	1h — 1h 30	5,13	1h 30	5,32	14,4	34 36
Kohlensäureabsorption.						
Kalkstücken.						
72 — 74	3h 25 — 3h 50	1,93	—	—	—	—
72	4 — 4 30	3,05	—	—	—	—
Natronhydrat.						
im Kasten.						
—	3h — 3h 30	0,68	—	—	—	16
—	—	—	3h 30	1,76	15,1	16
—	3 — 4	0,97	—	—	—	16
—	—	—	4 30	1,6	14	16 — 18
—	3 — 4	1,73	—	—	—	16 — 18
—	4 — 5	1,52	—	—	—	16 — 18
—	1 — 2	1,04	—	—	14,4	16 — 18
—	—	—	3	1,07	15	16 — 18
75 — 80	3 30 — 4 30	1,91	—	—	—	16 — 18
75 — 72	1 — 1 50	0,87	—	—	—	16 — 18
75	—	—	3	2,8	14	18 — 20
75	—	—	5	2,2	13,7	18 — 20
75	—	—	8	2,96	10	18 — 20
im Kasten.						
70 88	—	—	4h	1,58	14	18 — 20
68 — 72 80 — 84	3h 45 — 4h 30	1,83	—	—	10	18 — 20
70 84	—	—	4	2,8	—	18 — 20
72 — 78 80 — 84	—	—	5	1,8	—	18 — 20
75 80	—	—	4 30	2,4	—	18 — 20

Zur Bestimmung der Kohlensäure wurde mittels eines Wasseraspirators die Kastenluft durch Röhren, welche mit titrirter Barytlösung gefüllt waren, aspirirt; die Menge der aspirirten Luft durch Wägung des aus dem Aspirator abgeflossenen Wassers und die Kohlensäure durch Titriren des Barytwassers in der Röhre, mittels der bekannten Pettenkofer'schen Oxalsäurelösung bestimmt. Den Nachweis flüchtiger organischer Substanzen suchten wir nach verschiedenen Weisen zu führen, welche später angegeben werden sollen.

In der Tabelle (Seite 24 u. 25) sind nun die Resultate unserer Versuche aufgezeichnet, welche wir (stets nach einem kärglichen Frühstücke und vor der Zeit des Mittagessens, 5—6 Uhr Nachmittags nach hiesiger Sitte) vom August 1881 bis August 1882, und zwar im Winter wie im Sommer, angestellt haben. — Wir glauben auf die Versuchsbedingung besonders aufmerksam machen zu müssen, dass die Personen den Apparat nahezu nüchtern betraten, und hierdurch die Bedingungen von Gasbildungen und Zersetzungen innerhalb des Darmapparates auf ein Minimum herabgedrückt sein mussten. Ebenso wiederholen wir, dass stets auf die möglichste Reinheit von Körper und Kleidung geachtet worden war.

Zu den Tabellen nun bemerken wir zunächst, dass wir anfänglich versuchten, möglichst lange Zeit in dem Respirationskasten zu bleiben, ohne dass die circulirende Luft desselben mit einer Absorptionsflüssigkeit in Berührung kam; wir wünschten hierbei eben die immerhin mögliche Aufnahme flüchtiger organischer Substanzen, welche eventuell ausgeschieden würden, durch jene zu vermeiden. Doch traten, wie das bei einem längeren Aufenthalte in einem kleinen abgeschlossenen Raume selbstverständlich ist, und wie es auch aus den Aufzeichnungen in der Tabelle hervorgeht, nach einiger Zeit bei dieser Art von Versuchen die bekannten Veränderungen in dem Verhalten der Versuchsperson auf, welche sich zunächst neben einigen Erregungserscheinungen insbesondere durch eine Steigerung der Athemfrequenz äusserten. Doch bemerken wir, dass nur in wenigen Fällen eine wirkliche Dyspnoe auftrat, eigentlich allein in Versuch Nr. 5, wo zwei

Personen ohne Einschaltung von Absorptionsmitteln in dem Kasten sich befanden.

Das Auftreten dieser Erscheinungen muss natürlich zunächst auf die Vermehrung des Kohlensäuregehaltes, könnte aber auch auf die Verminderung des Sauerstoffs, oder eventuell auch auf die Ansammlung anderer flüchtiger Bestandtheile im Kasten zurückgeführt werden, da von einem derartigen Einflusse der Temperatur oder der Feuchtigkeit der Luft nicht wohl die Rede sein kann. In der That verschwanden auch die beobachteten Beschwerden in den Versuchen, in welchen die Luft durch alkalische Absorptionsmittel circulirte.

Bemerkenswerth ist dabei, dass die Einschaltung von Flaschen in den Luftstrom, welche mit gröberen oder kleineren, ja staubförmigen Stückchen von Aetzkalk gefüllt waren, nicht zu einer genügenden Absorption der gebildeten Kohlensäure führten, und dass erst dann, als Natronhydratlösung in Bimstein zur Absorption angewendet wurde, ein länger dauernder Aufenthalt in dem Kasten ohne das Auftreten subjectiv oder objectiv wahrnehmbarer Veränderungen in dem Verhalten der Versuchsperson möglich war. Wir erwähnen hierbei noch, dass wir keine vollkommene Kohlensäureabsorption erzielten, aber auch nicht bewerkstelligen wollten[1]). Für uns handelte es sich allein darum, soviel Kohlensäure zu entfernen, dass ein mehrere Stunden dauernder Aufenthalt in dem Kasten möglich wurde, während dessen eine Anhäufung der hypothetischen organischen Exhalationsproducte geschehen konnte.

---

1) Wir bemerken hierzu, dass zu der von uns erreichten Verminderung des Kohlensäuregehaltes der Luft im Versuchsraume nicht unbeträchtliche Mengen von Natronhydrat erforderlich waren. Wie daher Dr. Richard Neale (British Medical Journal 1882) mit seinem ›chemical lung‹ und einem Verbrauche von 2—3 Gallonen einer schwachen Natron- oder Kali-Lösung die Luft in Eisenbahntunnels, Krankensälen etc. dauernd zu säubern im Stande sein will, ist uns nicht recht fasslich geworden. Abgesehen von der Frage, welchen quantitativen Erfolg das Anbringen eines mit Natronlösung getränkten Schwebeapparates in Bezug auf eine wirkliche ›Reinigung‹ rauchhaltiger etc. Luft überhaupt haben kann, wäre nach unserer Erfahrung zu einer bemerkbaren Absorption saurer Gase ein grosser Ueberschuss resp. Vorrath der alkalischen Lösung nöthig, dessen Anbringung allein schon grosse, mit dem Erfolge kaum im Verhältnisse stehende Schwierigkeiten darbieten dürfte.

Die Analysen der Luft in den verschiedenen Versuchen ergaben dabei das beachtenswerthe Resultat, dass nur dann die ersten bemerkbaren Erscheinungen der Dyspnoe erfolgten, wenn der Kohlensäuregehalt der Kastenluft mindestens 3 Volumprocent betrug. Dabei war es vollkommen gleichgültig, bis zu welchem Procentsatz der Sauerstoffgehalt vermindert wurde, so zwar, dass bei einem Gehalte der Luft von 10 % Sauerstoff (Versuche Nr. 20 und Nr. 22) durchaus keine unangenehmen oder üblen Empfindungen wahrgenommen wurden, so lange eben keine 3 % Kohlensäure anwesend waren. Unsere Beobachtungen stehen damit ziemlich im Einklange mit den Wahrnehmungen Anderer, von denen oben die Rede war.

Indem sich die Versuchspersonen auch nach stundenlangem Athmen in dem kleinen und nahezu luftdicht schliessenden Kasten von 1,6 ^{cm} Inhalt völlig wohl und ohne Athembeschwerden befanden, soferne nur die Kohlensäure aus der immer wieder eingeathmeten Luft entfernt wurde, erschien es kaum wahrscheinlich, dass, ausser den durch Alkalien absorbirbaren Stoffen, noch andere Gase in der Luft des Versuchsraumes sich angesammelt halten. Dessungeachtet versäumten wir nicht, nach der Gegenwart von solchen Stoffen zu suchen.

Zunächst ergab sich nun, dass in der Luft des Kastens niemals durch verdünnte Säure absorbirbare Gase (Ammoniak) enthalten waren; wenn auch, am Ende der Versuche, mehrere Liter Luft aus dem Kasten durch eine 0,3 oder 0,03 proc. Schwefelsäure von genau bekanntem Säuregehalt aspirirt wurden, niemals konnte eine Veränderung des Titers derselben wahrgenommen werden. Aber es fanden sich in der Kastenluft auch keine verbrennbaren Gase, die weder durch Säuren noch durch Alkalien absorbirt werden. Bei der grösseren Anzahl der Versuche, besonders aber bei denen, bei welchen zwei Personen in dem Kasten sich befanden und ihre Athemproducte in den von diesem umschlossenen Raum lieferten, wurden jedesmal gegen das Ende der Versuchsperiode 3 bis 4 Liter Luft, welche nach steter Beraubung der Kohlensäure wiederholt und zwar vier- bis fünfmal zur Athmung gedient hatte, durch — mit Kupferoxyd gefüllte und auf Glühhitze

erhaltene — Röhren aspirirt, ohne dass ein anderer Kohlensäure- oder Wassergehalt nach dem Durchtreten durch das glühende Kupferoxyd gefunden wurde, als in der ungeglühten Luft. Wurde die mit Kupferoxyd zu glühende Luft ferner, vor ihrem Eintritte in die Verbrennungsröhre, durch Fläschchen mit Aetznatron und durch Kölbchen, die mit kleinen, durch concentrirte Schwefelsäure durchtränkten Bimsteinstücken gefüllt waren [1]), hindurchgeleitet und so von Kohlensäure und Wasserdampf befreit, so konnte nach dem Durchtritte durch die glühende Verbrennungsröhre in der nunmehr mit Kupferoxyd geglühten Luft, keine Kohlensäure und kein Wasserdampf (bestimmt in Liebig's Kaliapparat und Chlorcalciumröhren und in den obigen Schwefelsäurekölbchen, welche alle auf einer empfindlichen chemischen Wage gewogen wurden) nachgewiesen werden. Die Gewichtsdifferenzen, welche die Absorptionsapparate für die geglühte und nicht geglühte Luft ergaben, bewegten sich in Gränzen, welche Zehntel von Milligrammen nicht überschritten. Stets wurde dabei noch gesorgt, dass die Luft nur im langsamen Strome durch das glühende Kupferoxyd trat [2]).

Aber auch auf andere, mehr qualitative Weise liess sich die Gegenwart organischer Gase in der Kastenluft in bestimmbarer Menge nicht darthun. So wurde eine mit trocknem Quecksilber gefüllte Woulff'sche Flasche, in deren einer Oeffnung in durchbohrten Korken erst eine am Boden der Flasche mündende Trichterröhre, und in deren anderer Oeffnung sodann eine von oben ausgehende rechtwinklig gebogene Röhre luftdicht befestigt war, bei einer Anzahl der Versuche im Kasten bewahrt, am Ende des Versuches

1) Pettenkofer's Schwefelsäurekölbchen, modificirt nach C. u. E. Voit u. J. Forster, Ztschr. f. Biologie Bd. 11 (1875) S. 157.

2) Dies und der Umstand, dass wir die Luftproben erst gegen das Ende der Versuche entnahmen, also dann wenn sich eine Ansammlung eventuell producirter organischer Gase in höherem Grade bemerkbar machen musste, ist der Grund, weshalb wir meist nicht mehr als etwa 4 Liter Luft zur Untersuchung verwendeten. Diese 4 Liter betragen aber immerhin bereits den 400sten Theil der gesammten Kastenluft und sonach relativ soviel und mehr, als die Bruchtheile, welche bei andern Luftuntersuchungen (z. B. Erismann, a. a. O.) gebraucht wurden.

das Quecksilber in eine Schale ausgegossen und somit die Flasche mit der Kastenluft gefüllt. Die in der Woulff'schen Flasche nunmehr befindliche Luft wurde jetzt, mittels Eingiessen des Quecksilbers in die Trichterröhre, durch die rechtwinklig abgegebene Röhre verdrängt. Diese letztere verlief durch eine der kleineren seitlichen Oeffnungen des Kastens nach aussen, war hier nach abwärts abgebogen und tauchte daselbst in eine in einem Kolben befindliche, zum Kochen erhitzte, saure (einzelne Male auch alkalische) titrirte Chamäleonlösung von gleicher Art und Menge, wie sie zu der Oxydation von organischen Stoffen im Trinkwasser (nach Kubel) benutzt wird. Durch wiederholtes Füllen und Ausgiessen des Quecksilbers wurden reichliche Luftmengen auf solche Weise aus dem Kasten durch die kochende Chamäleonlösung getrieben. Keineswegs jedoch änderte sich hierbei, wenn die Luft auch in noch so langsamem Strome hindurchtrat, der Titer der Chamäleonlösung. Auch kochendes, destillirtes Wasser, das mit Schwefelsäure und einigen Tropfen der Chamäleonlösung eben deutlich röthlich gefärbt war, veränderte diese Farbe bei gleichem Hindurchtreiben der Kastenluft nicht.

Auf Grund beider Bestimmungsarten sind wir sonach berechtigt anzunehmen, dass in der Luft eines Kastens, in welchem sich ein oder zwei Personen bis zu 8 Stunden lang aufgehalten haben, keine verbrennlichen Gase in bestimmbarer Menge enthalten sind, bzw. sich in demselben angesammelt haben.

Dessungeachtet wäre noch die Möglichkeit vorhanden, dass flüchtige organische Stoffe zu den normalen Ausscheidungsproducten des Menschen gehörten. Es könnte nämlich sein, dass dieselben bei unseren Versuchen sich allerdings in der Luft des Respirationskastens befunden hätten, dass sie aber entweder von der von uns verwendeten alkalischen Absorptionsflüssigkeit oder von dem Wasser, welches sich an den Wänden des Kastens stets niederschlug, aufgenommen worden wären. Die erstere Möglichkeit lässt sich indess schon ausschliessen auf Grund der Resultate, welche bei der Durchleitung der Luft durch glühendes Kupferoxyd erhalten wurden. Auch wenn nämlich die zur Untersuchung aspirirten

Luftproben vor ihrem Eintritte in die Kupferröhre nicht durch Absorptionsmittel geleitet wurden, ergab sich ja in denselben der gleiche Gehalt an Kohlensäure und Wasserdampf, wie in der nicht geglühten Luft und zwar auch in denjenigen Versuchen, bei welchen die Gesammtkastenluft nicht durch die grossen Absorptionsflaschen circulirte.

Indess haben wir auch noch die natronhaltigen Bimsteinstücke aus den Absorptionsflaschen, welche bis zu ihrer Sättigung resp. bis zu dem Zeitpunkte, wo sie nicht mehr genügend Kohlensäure absorbirten, zu 3—5 Versuchen gedient hatten, von sämmtlichen Versuchen zusammen vorsichtig mit destillirtem Wasser ausgewaschen, das alkalische Waschwasser eingedampft und in Krystalle und Mutterlauge getrennt. Von beiden letzteren wurden je ein kleinerer Theil nach dem Eintrocknen erhitzt, ohne dass hierbei die leiseste Schwärzung oder Entwicklung von sichtbaren oder riechenden Dämpfen bemerkt werden konnte.

Je die grössere Hälfte ferner wurde im feuchten Zustande in Retorten eingebracht, mit verdünnter Schwefelsäure erst vorsichtig neutralisirt, und dann übersättigt und zum Kochen erwärmt. Die aus der Retorte austretenden Dämpfe neben Condensationswasser, wurden in die obige titrirte (saure oder alkalische) kochende Chamäleonlösung geleitet, ohne dass sich jedoch hierbei der Titer derselben veränderte.

Bei einer Anzahl von Versuchen wurde endlich eine U-förmige Glasröhre von 2½ cm Durchmesser in die im oberen Theile des Kastens befindliche Oeffnung der zur Gasuhr führenden Röhre eingeschaltet, durch welche sonach bei der Circulation der Luft diese mit den Exhalationsproducten beladen hindurchtreten musste. Brachte man eine Kältemischung um diese U-förmige Röhre, so erhielten wir in einiger Zeit grössere Mengen (25—40 g) Condensationswasser, welches, statt destillirtem Wasser zu der kochenden titrirten Chamäleonlösung zugesetzt, deren Titer nicht veränderte. Ebensowenig geschah letzteres durch Condensationswasser, welches von den vorher sorgfältig gereinigten Wänden oder Fenstern des Kastens gesammelt wurde.

Die chemischen Methoden, welche wir angewendet haben, lassen natürlich, bei der zur Untersuchung dienenden Luftmenge, welche nicht in zu schnellem Strome durch die gewogenen und titrirten Absorptionsmittel durchtreten sollte, immerhin erst gewisse, wenn auch noch minimale Quantitäten fremder Bestandtheile erkennen.

Nun besitzen wir bekanntlich in unserem Geruchsorgan ein Mittel, die Gegenwart riechender, die Luft verunreinigender Stoffe, in ausserordentlicher Verdünnung noch zu erkennen, wenn der Geruch auch über die vorhandene Quantität solcher Stoffe selbstverständlich keinen Aufschluss geben kann.

Wir haben nun nicht versäumt, stets am Ende der Versuche, nachdem die Versuchspersonen eben aus dem Kasten getreten, die Luft in dem Kasten durch andere Personen sowohl als durch die Versuchsperson selbst, nachdem diese etwa 10 Minuten in einem andern Raume oder in der freien Luft sich aufgehalten hatte, durch das Geruchsorgan prüfen zu lassen.

Bemerkenswerth ist nun, dass die mit der Prüfung beauftragten Personen beim Eintreten in den durchwärmten und stark wasserreichen Kasten stets eine Art von unangenehmer Empfindung oder Gefühl hatten, das jedoch alsbald schwand. Allein keine der verschiedenen Personen vermochte je mit Sicherheit zu behaupten, dass dasselbe in einer deutlichen Geruchsempfindung bestanden habe. Bei der Versuchsperson selbst mangelte diese eigenthümliche, nicht näher zu beschreibende und vorübergehende Empfindung beim Betreten des Kastens. Wir sind daher durchaus nicht im Stande, die Ursache hiervon in der Gegenwart einer grösseren Menge fremder Athemproducte in der Kastenluft zu suchen, sondern müssen sie vielmehr auf Rechnung der erhöhten Temperatur der Kastenluft, auf den Feuchtigkeitsgehalt derselben, insbesondere aber auf den subjectiven, somatischen Zustand schieben, welchem die prüfende Person vorher ausgesetzt war. Namentlich letzterer ist bekanntlich bei der Beurtheilung ähnlicher Verhältnisse zu beachten. Das Urtheil über den Zustand einer Zimmerluft, Schulluft u. s. w. ist bei ein und derselben Person in hohem Grade schwankend mit den äusseren Umständen, unter welchen jene bei einer gleichbleibenden Beschaffenheit derselben beurtheilt wird.

Ein vielleicht nicht uninteressantes Beispiel hiervon hat Prof. Forster bereits vor mehreren Jahren in einem Gutachten, welches derselbe in Verein mit Prof. Ernst Voit an den Münchener Magistrat über einige Heizungsfragen zu richten hatte, angeführt. Derselbe betrat — ein Beispiel aus vielen anderen Beobachtungen — des Mittags 2 Uhr an einem Sommertage ein nach Norden gelegenes Zimmer seiner Wohnung und empfand dabei das Betreten dieses Raumes als Erfrischung und Abkühlung. Die Temperatur der Luft in dem Zimmer war 21 ½ ° C., der Feuchtigkeitsgehalt desselben betrug 82 %. Nach einer halben Stunde Abwesenheit hatte er mit anderen Personen beim Betreten des gleichen Zimmers die Empfindung, als ob man in einem dumpfen und heissen Raume sich befände, obwohl die Lufttemperatur in ihm nur 21° C. betrug und der Feuchtigkeitsgehalt desselben war wie vorher. Der Unterschied zwischen beiden Wahrnehmungen war dadurch bedingt, dass die erste unmittelbar vor dem Ausbruche eines heftigen Gewitters bei einer Aussentemperatur von 28° C. und einem Feuchtigkeitsgehalt der freien Luft von 97 %, die zweite dagegen gemacht wurde, nachdem durch den strömenden Gewitterregen die Aussenluft bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 95 % auf 15° C. abgekühlt war.

Wir können somit wohl sagen, dass in unserem Falle auch die subjectiven Wahrnehmungen nicht für eine besondere Anwesenheit fremder Luftarten in dem Kasten sprechen, sondern Contrastempfindungen darstellen, welche bei dem raschen Wechsel der physikalischen Beschaffenheit der Luft auf die Wärme- und Wasserabgabe des Körpers sich im verschärften Sinne geltend machen, und deren Wirkung noch erhöht wird durch das unbehagliche Bewusstsein, in eine Atmosphäre getreten zu sein, die einem Anderen mehrere Male zur Athmung gedient hatte.

Fassen wir nun die obigen Beobachtungen zusammen, so sind wir nicht nur gezwungen, anzunehmen, dass in der Kastenluft bei unseren Versuchen sich keine flüchtigen organischen Stoffe ansammelten, sondern wir können im Allgemeinen behaupten, dass der normale und gesunde Mensch keine nennenswerthen Mengen von flüchtigen verbrennlichen Stoffe an die ihn umgebende Luft abgibt, und dass, wenn

das letztere geschieht, dies zunächst zurückzuführen ist auf die Entwicklung von Gasen, welche bei einer mangel- oder fehlerhaften Verdauung im Darme, hauptsächlich in Folge von unzweckmässiger Ernährung producirt werden, oder welche ihre Entstehungsursache in Zersetzungsvorgängen von Abscheidungsproducten an der Körperfläche, also ausserhalb des Körpers (bei schmutziger Haut, Kleidern etc.) haben.

Wenn sich dies nun so verhält, so könnte man zu der Meinung gelangen, dass in Wohn- und Arbeitsräumen des Menschen nur in den seltensten Fällen eine andere Lufterneuerung stattzufinden habe, als die, welche durch die natürlich gegebenen Verhältnisse der von den Menschen benutzten Gebäude bedingt, geschehe.

Man könnte sich vorstellen, dass eine Ventilation nur dann erforderlich wäre, wenn durch ausserhalb des Menschen gelegene und mehr oder weniger unvermeidbare Ursachen (z. B. in Fabriken, bei Gewerben, in Hospitälern[1]) etc.) der Luft grössere Mengen von fremden Dämpfen oder Staubbestandtheilen (besonders etwa infectiöser Natur) mitgetheilt würden.

Allein eine solche Schlussfolgerung würde nicht gerechtfertigt sein. Denn wenn auch nach Obigem in Räumen, in welchen mehrere Menschen sich aufhalten, durch die Athmung der letzteren keine Anhäufung von organischen oder gar in kleinster Menge giftig wirkenden Gasen bewirkt wird, so sind immerhin in solchen Räumen noch Momente genug vorhanden, welche, abgesehen von dem Einflusse der Beleuchtung u. dgl., von mehr oder weniger zufälligen Handlungen der Menschen in den zu ventilirenden Räumen u. s. w. durch den Aufenthalt der Personen selbst künstliche Einrichtungen zum Luftwechsel erfordern, und auf welche die vielfach in der Literatur erwähnten günstigen Einflüsse der Einführung einer Ventilation sehr wohl bezogen werden können.

---

1) Vgl. besonders Wernich, Ueber verdorbene Luft in Krankenräumen. Volkmann's Sammlung klin. Vorträge (1880) Nr. 179.

Zu solchen Momenten rechnen wir vor allem die Production von Wasserdampf durch den Menschen und die Temperatur- resp. Abkühlungsverhältnisse.

Was die erste anlangt, so ist zwar bekannt, dass in schlecht ventilirten Räumen selten eine vollkommene Sättigung der Luft mit Wasserdampf beobachtet wird. Dies hat nun seinen Grund darin, dass eben meist die Wände und vor allem die tieferen Theile jener Räume und die in ihnen vorhandenen Gegenstände eine wenn auch häufig nur wenig niedrigere Temperatur besitzen als die den Menschen selbst umgebende Luftschichte. Dadurch tritt unter allen Umständen an den kühleren Theilen eine Condensation von Wasserdampf und Durchfeuchtung auf, deren Intensität sich nothwendig richtet nach der jeweilig producirten Menge des Wasserdampfes, den Differenzen in der Temperatur der Gegenstände und der Möglichkeit, dass letztere das aufgenommene Wasser etwa nach aussen zu abgeben können.

Es ist dabei bemerkenswerth, dass in Räumen, welche mit Wasserdampf nahezu gesättigt sind, auch Kleidungsstücke nicht unbeträchtliche Wassermengen aufnehmen [1]). Dieses Anschlagen von Wasser oder die Wasseraufnahme von Seite einzelner Theile schlecht ventilirter Locale ist durchaus nicht so gleichgültig, als man auf den ersten Blick meinen könnte, wenn sie auch häufig nur in sehr geringen Quantitäten erfolgt. Es tritt dasselbe in eine

1) Während meiner Versuche habe ich auch mehrere Male kleinere genau gewogene Stücke von Flanell und Leinwand mit in den Kasten genommen, und dieselben sofort nach dem Verlassen des Kastens — in Gläsern eingeschlossen, um die Abgabe von Wasser zu verhüten — gewogen. Dabei zeigte sich, nahe in Uebereinstimmung mit den Resultaten von Pettenkofer und von Klas Linroth (Ztschr. f. Biologie Bd. 17 [1882] S. 184), dass je 100 g der Wolle um 13 g, der Leinwand um 14 g an Gewicht zugenommen hatten. Die Möglichkeit einer so beträchtlichen Wasseraufnahme durch die Kleidung bei einem Aufenthalt in feuchter Luft ist besonders im Auge zu behalten bei dem Uebergange von dieser in trockene oder kalte Luft, da hierbei die Wärmeabgabe der Kleidungsstoffe nach Pettenkofer, Krieger u. A. im durchfeuchteten Zustande wesentlich verändert ist. Das unangenehme Kältegefühl, das man hat, wenn man von feuchter warmer Luft plötzlich in kalte Luft gelangt, ist wahrscheinlich weniger auf die Empfindung der Temperaturdifferenz, als auf die Wirkung der durchfeuchteten Kleider zu schieben.

Reihe mit den Wirkungen, welche in neuester Zeit Emmerich[1]) von dem Benetzen der Zimmerböden auf deren Fugen und Füllungen so anschaulich beschrieben hat. Bei der unvermeidbaren Gegenwart von Staubbestandtheilen in unseren Wohnungen etc. an und in den Wänden derselben u. s. w., Staub und Schmutz, welcher zum Theil aus organischen, der freiwilligen Zersetzung fähigen und aus organisirten Stoffen besteht[2]), ist eine kleine Menge von condensirtem Wasser genügend, den niederen parasitären Organismen, besonders den Spalt- und Schimmelpilzen Gelegenheit zur Entwicklung zu geben. Es ist bekanntlich anzunehmen, dass der mehr oder weniger üble, dumpfe Geruch in nicht ventilirten Localen vielfach in diesem Verhalten seine Ursache findet.

In grösserem Maasse kann man bekanntlich das Auftreten von riechenden Stoffen wahrnehmen bei einer sichtbaren Durchfeuchtung einzelner Theile oder Flächen unserer Wohnung (feuchten Wänden, an welchen eine eintretende Condensation von Wasserdampf aus der Luft sofort oder alsbald erkennbar ist, Zwischenböden) oder bei dem Vorhandensein feuchter oder nasser, mit mehr oder weniger Staub beschmutzten Kleidungen, wobei ebenfalls die Production der riechenden Substanzen durch die Thätigkeit zum Leben erwachender Organismen bewirkt werden kann.

Fast allein durch eine richtig geleitete Ventilation ist man, bei der relativ grossen Menge von Wasserdampf, die ein Mensch producirt, im Stande, eine solche Condensation mit ihren möglichen Folgen (Entwicklung gasförmiger Zersetzungsproducte, Vermehrung niederer Organismen u. s. w.) zu beschränken oder zu verhindern.

Was die Temperaturverhältnisse anlangt, so ist auf die Wirkung einer ungenügenden Ventilation in dieser Beziehung von Pettenkofer u. A. öfters aufmerksam gemacht. Hand in Hand mit der Bereicherung der Luft an Wasserdampf verhindert die ebenfalls eintretende Temperaturerhöhung derselben bei längerem Aufenthalte des Menschen selbstverständlich dessen zweckmässige Abkühlung, und zwar um so mehr, je ungünstiger z. B. in stark

---

1) Emmerich, Zeitschr. f. Biol. (1882) Bd. 18 S. 321 u. 349.

2) Vgl. auch Poincaré, Annales d'Hygiène (Sept. 1882) p. 196. — Miquel, Annal. de Montsouris, 1882 u. 1883.

überfüllten Räumen, wo die Menschen eng aneinandersitzen oder stehen, die Bedingungen für die Wärmeabgabe durch Strahlung sind. Unter solchen Verhältnissen kann die Körpertemperatur des Menschen sich leicht über die normalen Grenzen erhöhen, was namentlich bei längerer Einwirkung, ganz abgesehen von dem Einflusse auf die Stoffzersetzungen, auf die nervösen Centralorgane, besonders die des Gefässsystems mannigfache Wirkungen ausübt. Es ist wohl sicher, dass Ohnmachtsanfälle u. dgl., welche in ungenügend ventilirten Räumen mitunter beobachtet werden können, nur in ganz bestimmten Fällen auf die Einathmung von nachtheilig wirkenden Gasen beruhen, sondern dass sie vorzüglich eine Folge der ungenügenden Abkühlung sind.

In der That findet, wie wir uns auch überzeugt haben, bei bereits kurzem Aufenthalte in überfüllten und nicht sehr zweckmässig ventilirten Localen eine Erhöhung der Körpertemperatur statt, da hier die seitliche Abkühlung sowie die Fortführung des an der Körperoberfläche gebildeten Wasserdampfes erschwert ist. Diese Erhöhung betrug nach einigen Beobachtungen, die ich während des Aufenthaltes auf den höher gelegenen Galerien von stark besetzten Theatern und Kirchen zu machen die Gelegenheit nahm, an meiner Person 0,3 — 0,6° C., wie aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht. In dieser sind die Temperaturen angegeben, welche ich nach einem zweistündigen Aufenthalte (B), sowie jeweilig eine halbe Stunde vor dem Betreten (A) und nach dem Verlassen (C) des betreffenden Locales an mir (in der Achselhöhle) gefunden habe.

Verhalten der Körpertemperatur:

A	B	C
36,8	37,3	36,6
37	37,2	36,8
37,1	37,2	36,8
37	37,6	36,9
36,7	37,3	36,9
36,6	37,2	36,5
37	37,5	36,9
37	37,2	36,8

Zu bemerken ist hierbei, dass in den Localen, wo die Wahrnehmungen gemacht wurden, immerhin noch Ventilationsvorrichtungen thätig waren, sodass hierbei von einer sehr stark

»verschlechterten« Luft noch nicht einmal die Rede sein konnte. Beiden, gewissermaassen im gleichen Sinne wirkenden, Einflüssen (der Veränderung der Temperatur sowohl als des Wassergehaltes einer Luft) kann, soweit sie mit dem Aufenthalte von Menschen in Verbindung stehen, hauptsächlich nur durch einen zweckmässigen Luftwechsel begegnet werden.

Die Aufgabe der Ventilation in dieser Beziehung ist gross genug, ohne dass man nöthig hätte, zu ihrer Begründung die Eventualität einer Ansammlung von hypothetischen fremden Luftbestandtheilen herbeizuziehen; ja, man wird um so leichter dieser Aufgabe gerecht werden können, wenn es genau bekannt und scharf umschrieben ist, was mit der Ventilation geleistet werden soll.

Zum Schlusse mögen noch einige Bemerkungen über das Auftreten von riechenden Gasen in den von Menschen besetzten Räumen und die mögliche Vermeidung desselben gestattet sein.

Wir haben nun allerdings schon darauf hingewiesen, dass mehrere Bedingungen vorhanden sind, unter welchen die Abgabe von riechenden Gasen von den Menschen zweifellos vorkommt. Allein wir glauben, dass hier die Aufgabe ist, nicht die bereits gebildeten Gase aus der Umgebung des Menschen durch Ventilation zu entfernen, sondern deren Production soviel wie möglich zu beschränken oder zu verhindern.

Was die Darmgase anlangt, so sind die Umstände, unter welchen diese producirt werden, und ihre Menge unter verschiedenen Verhältnissen einstweilen noch nicht genügend bekannt. Allein wir dürfen wohl behaupten, dass dann, wenn entweder unzweckmässig zusammengesetzte Speisen und Speisengemenge, oder zu viel Material, oder dies in irrationeller Vertheilung der Mahlzeiten genossen werden, Gärungen und ähnliche Processe im Darme leicht auftreten, und dass damit die Veranlassung für Gasentwicklung reichlich geschaffen wird.

Alles sonach, was zur Verbesserung der Ernährungsweise des Menschen führt, dient indirect zum Theile auch zur Erhaltung der Reinheit der Luft in seiner Umgebung.

Was dagegen die Unreinlichkeit an Körper und Kleidung betrifft, welche zu einer Verunreinigung der Luft führen muss,

so ist es begreiflich, dass auch hier das Bestreben sein muss, nicht deren Folgen, wozu eine übel riechende Luft gehört, zu bekämpfen, sondern den Schmutz selbst möglichst ferne zu halten. Was hierbei schon viele Male mit Bezug auf die Ansammlung von riechenden Stoffen, z. B. in Krankenzimmern u. s. w., so namentlich in neuester Zeit von den Fehlböden (Emmerich) ausgesprochen wurde, gilt gerade so gut von dem Schmutze, der sich in den Kleidern und an der Körperoberfläche befinden kann.

Ist es natürlich auch nicht möglich, das Niederschlagen von Staub u. s. w. an unseren Körpern und auf den Kleidern zu verhindern, und sind auch organische, der freiwilligen Zersetzung fähige Stoffe, wenn auch in geringer Menge, so doch stets als Producte der Hautthätigkeit an unserer Körperoberfläche zugegen, so ist eben deren Anhäufung daselbst soviel als möglich zu vermeiden.

Mit der Reinerhaltung des Körpers und der ihn bedeckenden Hüllen erzielen wir, mit Bezug auf die Eigenschaft der Luft, welche wir Reinheit nennen, unter Umständen mindestens so viel, wenn nicht mehr, als mit einer Ventilation. Ja, wir können uns, im Hinblicke auf unsere Experimente, besonders in Localen, in denen eine grössere Menschenzahl sich nur für kürzere Zeit aufhält, und die Wirkungen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit sonach in den Hintergrund treten, Fälle denken, in welchen die Beschaffung oder Erhaltung einer reinen, geruchlosen Luft nicht vorzüglich durch Ventilationseinrichtungen zu erreichen gesucht werden muss, sondern wo dazu andere Mittel in Anwendung gebracht werden können. Prof. Forster ist der Meinung, dass es nicht selten, so namentlich für Schulen, zweckmässiger wäre, statt grösserer, eventuell im Bau und Betriebe theurer Ventilationsanlagen, solche Einrichtungen in den Erziehungsinstituten, Schulanstalten u. dgl. zu treffen, welche es gestatten würden, dass sämmtliche auch unbemittelte Kinder einer Schule, und zwar die letzteren erst recht, Jahr aus Jahr ein, auch in den kälteren Jahreszeiten ein oder zwei Bäder in der Woche erhielten. An dieser Stelle ist selbstverständlich nicht weiter auszuführen, dass dies am besten durch die Errichtung von überbauten Bade- und Schwimmhallen

ermöglicht würde. Allein auch mit Hilfe von einfacheren Einrichtungen könnte in dieser Beziehung viel geschehen.

Bei Baderäumen und Douche-Bädern z. B., welche den in den sächsischen Kasernen durch Generalarzt Roth[1]) eingeführten ähnlich sind, dürften die Kosten einer solchen Anlage sowohl wie des Betriebes derselben sogar für öffentliche Schulen nicht allzu erheblich sein. Abgesehen von den wohlthätigen Einflüssen, welche der wiederholte Genuss von Bädern für die Kinder unbemittelter Volksklassen in mannigfacher Weise, besonders auch in erziehlicher Hinsicht (Angewöhnung der Reinlichkeit für das spätere Leben u. s. w.), sowie auch in Bezug auf die Beschränkung der Verbreitung von Infectionsstoffen darbieten muss, würde damit in gewissem Sinne auch für die Reinerhaltung der Schulluft in einer Weise gesorgt werden, welche den überreichen Gebrauch von Ventilationsapparaten zu ersparen gestattete.

Dieser Gedanke mag für den ersten Augenblick etwas seltsam erscheinen; seine Durchführung in der Praxis aber scheint uns an vielen Orten nichts weniger als unmöglich zu sein. Würde man ja doch hierbei theilweise nur ein Beispiel nachahmen, das uns bereits von unseren Vorvätern im Mittelalter mit ihren Schul- und Armenbädern gegeben ist[2]). Es dürfte sich bei einer Einführung von Schulbädern in obigem Sinne ähnlich verhalten, wie mit den sogenannten Feriencolonien für Schulkinder, welche trotz der mannigfachen Schwierigkeiten, die ihnen anfänglich im Wege standen, durch die Energie und Opferfähigkeit Einzelner zum Segen unserer Jugend mehr und mehr Verbreitung finden.

---

1) Roth, Bericht des Ausschusses über die 6. Versammlung des deutschen Vereins für öffentl. Gesundheitspflege in Dresden 1878 (1879) S. 86. Ferner Tollet, Les bains-douches (Paris 1877). Besonders: Renk, Abschnitt »Oeffentliche Bäder« in Ziemssen's und Pettenkofer's Handbuch der Hygiene II. Thl. II. Abthl. (1882) S. 400.

2) Vgl. Marggraff, deutsche Zeit- und Streitfragen Nr. 163 u. 164 (1882). Herausgegeben von Holtzendorff.

Ueber traumatische Conjunctivitis bei Bergarbeitern.

Von

Prof. **Fr. Hofmann.**

Unter den mächtigen Lagen von nordischem Geschiebelehm und Diluvialkiesen, welche die oberen Bodenschichten der Leipziger Tiefebene bilden, finden sich an zahlreichen Stellen ausgedehnte Lager von Braunkohle. Obgleich dieselbe wegen ihrer erdigen Beimengungen und der nassen, knorpeligen Beschaffenheit keineswegs ein vorzügliches Brennmaterial liefert, wird dieselbe doch an mehreren Stellen theils im Tagebau theils bergmännisch gewonnen.

In dem etwa 1 Stunde von Leipzig entfernten Grossstädteln ergaben Bohrversuche eine 11—12^{m} mächtige Schichte von Braunkohle, deren Abbau im Hinblicke der daselbst gelegenen Eisenbahnstation versucht wurde. Da sich die Braunkohle hier unter einer deckenden Erdschichte von ca. 41^{m} befand, war zu ihrer Förderung die Anlage von bergmännisch abgeteuften Schachten nothwendig. In der Fertigstellung der ersten 10^{m} boten sich keinerlei Schwierigkeiten. Von da ab trat ein sehr feiner, blaugrüner Sand auf, welcher von dem eindringenden Grundwasser in die Tiefe geführt und hierdurch das Einstürzen des ersten Schachtes veranlasste.

Bei der Niederbringung des zweiten Schachtes an etwas entfernter Stelle wurden gegen Wiederkehr dieses Unfalles alle möglichen Vorsichtsmassregeln getroffen und durch mächtige Balken, durch dahinter gelagerten groben Filtersand das Hereinspülen des lockeren Schwimmsandes zu verhüten gesucht. Es gelang so den Schacht, wenn auch mit grossen Mühen, auf 39^{m} Tiefe niederzubringen.

Doch schon früher trat unter den Arbeitern eine Augenkrankheit auf, deren Ursache völlig unbekannt war. Die Versicherungsgesellschaft, in welcher die Arbeiter gegen Unfall aufgenommen waren, verweigerte jede Entschädigung für ein Leiden, das nach ihrer Ansicht epidemisch wie die contagiöse Augenentzündung aufgetreten sei und somit nicht als Folge einer Berufsbeschädigung angesehen werden könne.

Die Bergwerksdirection dagegen litt an dem Umstande, dass nicht selten die Hälfte und sogar ⅔ der Arbeiter an dieser Augenentzündung darniederlagen, und dass sie den erkrankten Arbeitern den halben Tageslohn auszahlen musste. Indem sie, um das Weggehen der Arbeiter zu verhüten, auch für die Gesunden die Arbeitszeit von 12 Stunden auf 8 Stunden im Tage herabsetzte, wurde die Fertigstellung des Schachtes in empfindlicher Weise gestört, und die Zahl der Neuerkrankungen gleichwohl nicht vermindert.

Es kann nicht auffallen, dass namentlich die Streitfrage, ob nicht die Versicherungsgesellschaft für den erkrankten Arbeiter einzutreten habe, zu einer näheren Prüfung der Entstehungsursachen des Leidens führte.

Von der Bergwerksdirection wie von den Bergarbeitern wurden übereinstimmend die schlechten Wetter im Schachte, sowie das scharfe, beissende Wasser beschuldigt.

Bei meiner Erörterung ergab sich zunächst das merkwürdige Verhalten, dass ausnahmelos nur die in dem tieferen, unter 15^{m} gelegenen Theile des Schachtes thätigen Arbeiter erkrankten. Unter den T a g e a r b e i t e r n auf demselben Platze war das Leiden nicht vorhanden.

Dasselbe trat fast regelmässig in den ersten Tagen als mässige Röthung der Conjunctiva auf, welche dann mehr und mehr zunahm, bis die brennendsten Schmerzen im Auge und die ausgesprochenste Lichtscheu, selbst beim matten Grubenlichte, die Leute zwang, von jeder weiteren Arbeit abzustehen. Nicht selten mussten sie sich mit gänzlich verbundenen Augen durch Kameraden nach Hause führen lassen.

Die hochgradige Conjunctivitis, bei welcher theilweise Vascularisation der Cornea eintrat, liess bei geeigneter Behandlung

(Dunkelzimmer, Ruhe, Kälte und Anwendung adstringirender Augenwässer) in wenigen Tagen nach, so dass die Patienten häufig nach etwa 8 Tagen wieder hergestellt waren.

Die Intensität der Erkrankung verhielt sich bei den verschiedenen Arbeitern ungleich, Einzelne zeigten eine grössere Disposition, indem sie nicht bloss schneller, sondern auch unter stärkeren Symptomen erkrankten, ihre Wiederherstellung längere Zeit erforderte und sie sehr bald überhaupt nicht mehr in den tieferen Theil des Schachtes einzufahren wagten.

Naturgemäss musste sich die Untersuchung auf die Beschaffenheit der Luft und des im Schachte vorhandenen Wassers erstrecken. Um die Bedingungen, unter welchen sich die Arbeiter daselbst befinden, möglichst genau kennen zu lernen, war es ferner nothwendig, selbst in den Schacht einzusteigen.

Die erste Strecke bis gegen 11 ^{m} Tiefe enthielt eine ganz reine Luft; an den Wänden des Schachtes trat nur sehr wenig Wasser aus.

Dann folgte eine Strecke, welche erkennbar stark nach Schwefelwasserstoff roch, während zugleich reichlichere Mengen Wasser aus den Fugen der Schachtbalken heraustraten und von den Wänden abfallend den ganzen unteren Theil des Schachtes beständig bespritzten.

Diese Schichte, bestehend aus sog. Braunkohlenthon oder Stettiner Sand enthielt nesterweise Schwefeleisen, welches zu der Schwefelwasserstoffbildung Anlass gab. Der in Betrieb stehende Hand-Ventilator förderte offenbar keine grossen Luftmengen aus dem Schachte. Gleichwohl war die Schwefelwasserstoffmenge so gering, dass sie das Athemholen auch in der Tiefe von 39 ^{m} auf dem Boden des Schachtes nicht belästigte, und ein eingehängtes und benetztes Bleipapier sich erst nach 10 Minuten schwach bräunte.

Die Menge dieses Gases war also so unbedeutend, dass es zweifellos nicht Ursache des Augenleidens sein konnte. Denn nicht nur treten bei Personen, die sich lange in einer an Schwefelwasserstoff reicheren Atmosphäre aufhalten, die oben beschriebenen Reizzustände der Conjunctiva nicht auf, sondern es boten die Arbeiter auch keines der Symptome, wie sie als Folge

des Einathmens dieses Gases auftreten würden. Andere scharfe oder ätzende Gase oder Dämpfe kamen in der Luft des Schachtes nicht vor, wie das Fehlen des Geruches, die Natur der vorliegenden geologischen Schichten und die folgende Untersuchung des Wassers mit Bestimmtheit erkennen liess.

Es stand somit fest, dass die im Schachte befindlichen Wetter nicht die Ursache der Augenentzündungen sein konnten, dass die Menge des Schwefelwasserstoffes die Gesundheit und das Befinden der Arbeiter offenbar nicht benachtheiligte und die geringe Unannehmlichkeit, welche der Geruch des Gases bedingte, durch eine bessere Ventilation leicht beseitigt werden konnte.

Die weiteren Untersuchungen hatten sich auf die Beschaffenheit des Schachtwassers zu beziehen. Das von den Wänden rieselnde Wasser sammelte sich auf dem Grunde, wo die Arbeiter beschäftigt waren und wurde von hier durch ein kräftiges Pumpwerk über Tag geschafft. Ich wählte nicht bloss die Wasserprobe am Boden des Schachtes, sondern noch besonders Wasser, welches auf der oberen Bühne zwischen den Fugen des Balkenwerkes in reichlicherem Maasse herauskam und von hier abtropfend und an dem Förderwerke zerstäubend auf die Arbeiter niederfiel.

Beide Wasserproben reagirten völlig neutral. Sie enthielten ganz minimale Mengen Schwefelwasserstoff, der sich durch den Geruch eben noch bemerkbar machte und auf Zusatz von essigsaurem Blei eine ganz schwache bräunliche Färbung veranlasste.

Während an zahlreichen Stellen der Leipziger Umgebung das Grundwasser reichliche Mengen von gelösten Eisenoxydulsalzen enthält, fand sich in dem Wasser des Braunkohlenwerkes nicht die geringste Menge von gelösten Eisenoxydul- oder Eisenoxydsalzen. Da das Wasser auf dem Boden des Schachtes wie auch das von der oberen Bühne herabtropfende Wasser durch mitgeführte Erdtheilchen trübe war, wurde es an Ort und Stelle filtrirt. Es lieferte, durch ein einfaches Papierfilter gehend, ein völlig klares und, indem sich beim Filtriren die vorhandenen Spuren Schwefelwasserstoffes verflüchtigt hatten, ein so frisches und wohlschmeckendes Wasser, wie es das reine eisenfreie Grundwasser der ganzen Umgebung darstellt.

Ein Liter des filtrirten Wassers enthielt:

0,5890g feste Theile
0,1459 Kalk (CaO)
0,1024 Schwefelsäure (SO_3)
0,0152 Kochsalz.

Es musste somit auch die Annahme, dass das Wasser scharfe oder ätzende Bestandtheile im gelösten Zustande enthält, ausgeschlossen werden.

Wie schon oben erwähnt, fanden sich aber in dem Wasser noch erdige Theilchen suspendirt. Wiederholte Besichtigungen im Schachte zeigten, dass die Trübung des Wassers erst in einer Tiefe von 11 — 15 m auftrat, und dass diese Stelle auch die Grenze war, oberhalb welcher die Arbeiter nie an dem Augenleiden erkrankten. Recht augenscheinlich offenbarte sich dieser Umstand, als in Folge eines seitlichen Erdbruches im Schachte die Tiefenarbeit unterbrochen war. Da die Wasserförderung gleichfalls stille stand, füllte sich der Schacht nahezu bis zu der obigen Höhe mit Wasser. Obgleich nun alle verfügbaren Arbeiter zur Ausbesserung des Schachtbruches verwendet waren und hierzu auch Arbeiter, die sich eben von dem Augenleiden erholt hatten, hinzukamen, blieb das gefürchtete Leiden trotz längerer Arbeitszeit aus und es erwachte die Hoffnung, dass das Augenleiden völlig verschwunden wäre. Als aber die Pumpen wieder im Gange und man in der Tiefe wieder arbeiten konnte, trat die alte Calamität in der früheren Heftigkeit auf.

Die Schichtenfolgen des Bodens, wie sie bei der Abteufung des Schachtes aufgeschlossen wurden, waren folgende:

Erdschichten und Beschaffenheit	Teufe	Mächtigkeit
Ackererde	0,0 m	0,28 m
Grober Sand	0,28	3,37
Sandiger Lehm	3,65	2,05
Feiner Sand	5,70	1,30
Grober Kies	7,00	1,23
Eisenschüssiger Sand und Kies	8,23	2,59
Blaugrüner Schwimmsand	10,82	6,78
Sandiger, blauer Thon	17,60	0,86
Thon und Sand	18,46	20,93
Sand mit zerriebener Braunkohle	39,39	1,61
Braunkohle	41,00	12,00

Der obere Schwimmsand, sowie alle nachfolgenden Schichten waren zwar von Wasser durchtränkt, aber sie besassen, zum Theil mit Thon vermischt, eine so geringe Korngrösse, dass die Durchlässigkeit dieser Schichten in hohem Maasse beschränkt blieb. Der Schwimmsand bildete die wasserundurchlässige Schichte für das in dem lockeren Kies stehende Grundwasser.

Mit dem Tieferwerden des Schachtes strömte dasselbe reichlich aus dem Kiese zu und führte zugleich den lockeren Schwimmsand durch die Fugen und Ritzen der Schachtzimmerung.

Solcher Schwimmsand, mit dem herunterträufelnden Wasser aufgefangen und abfiltrirt, brauste mit Säuren nicht auf und entwickelte nicht die geringsten Spuren von Schwefelwasserstoff.

Im Mikroskope betrachtet stellt derselbe sehr kleine scharfkantige Stückchen dar, zum Theil mit sehr unregelmässigen, spitzen oder zackigen Bruchenden.

Bei dem stundenlangen Aufenthalte in der Tiefe des Schachtes ist es unvermeidlich, dass Spritzwasser mit diesem Sande sowohl direct in die Augen gelangt, als auch bei dem steten Regen von der Stirne des Arbeiters herab in das Auge fliesst. Jede Bewegung des Augapfels und der Augenlieder rollt nun den scharfkantigen Sand zwischen Conjunctiva und Cornea. Die andauernde, mechanische Reizung ruft dann sehr bald einen Entzündungszustand hervor und macht den Betroffenen völlig arbeitsunfähig.

Wiederholt fand ich, dass die Augenwinkel voll des feinen Sandes waren und konnte mit der Lupe beobachten, wie in der entzündeten Conjunctiva von Arbeitern, welche frisch erkrankt aus dem Schachte kamen, die glänzenden Splitter des Schwimmsandes festsassen, und bei jeder Bewegung des Auges auf den Epithelien der Hornhaut scheuern mussten.

Bei dem Verweilen in dem Schachte liess ich mir absichtlich Wasser in das eine Auge spritzen, und konnte nun deutlichst fühlen, wie bei jedem Lidschlage die Sandkörnchen auf der Cornea rollten. Erst nach 8 Stunden war das brennende Gefühl verschwunden und die Splitterchen aus dem thränenden Auge weggespült.

Hervorheben möchte ich, dass gerade der Umstand, dass die Sandtheilchen mit Wasser in das Auge kamen, die nachtheiligen

Folgen steigerte. Ich konnte nämlich grössere Mengen des staubförmig trockenen Sandes in das offen gehaltene Auge von Kaninchen einblasen, ohne so rasch und intensiv Entzündungserscheinungen hervorzurufen, wie es mit in Wasser suspendirtem Sande der Fall war. Nach viermaligem Einträufeln solchen Wassers, und zwar alle zwei Stunden nur einmal vorgenommen, hatte sich bei Kaninchen die ausgesprochenste Conjunctivitis ausgebildet mit denselben Symptomen, wie sie die Arbeiter darboten.

Es war also der Triebsand in seiner mechanischen Einwirkung unzweifelhaft als die Ursache der Augenentzündungen anzusehen. Die Wirkung hing wesentlich von der eigenthümlichen Gestaltung der Körnchen ab, welche bei ihrer Kleinheit und splitterigem Bruche viel hartnäckiger im Auge zurückgehalten wurden. Es erklärt sich weiter, weshalb die Erkrankten nach wenigen Tagen vollkommener Ruhe im dunkel gehaltenen Zimmer die Erscheinungen verloren und die Neuerkrankung mit dem Aufenthalte im Schachte wieder erfolgte.

Die Versicherungsgesellschaft erkannte hierauf bereitwillig die Erkrankungen als Folge der Berufsthätigkeit an, ausserdem waren für die Direction des Bergwerkes die Vorsichtsmassregeln zur Verhütung des Uebels klar vorgezeichnet.

Eine völlige Beseitigung fiel mit der Möglichkeit zusammen, das Eintreten des triebsandhaltigen Wassers in das Auge zu verhüten. Da ein Abdämmen des Wassers nicht ausführbar war, blieb nur übrig, die in der Tiefe arbeitenden Personen mit sehr dichten, breitkrämpigen Hüten zu versehen, welche das Auge und Stirn vor herabträufelndem Wasser zu schützen vermochten. Ein Versuch, gleichzeitig durch Schutzgläser die Augen der Arbeiter zu bewahren, hatte wie vorauszusehen, wenig Erfolg, da die Unbequemlichkeit für die nicht daran gewöhnten Arbeiter immer zur Ablegung derselben führte, zumal in dem kalten Schachte bei der starken Transpiration des Körpers die Gläser auf der Innenseite sich stetig bethauten.

Die sofortige Abnahme der Erkrankungen, welche von da an nur mehr sehr selten erfolgten, bewies, dass auch mit den

Hüten ein genügender Schutz erreicht und das Uebel wirksam bekämpft werden konnte.

Für die Arbeiter war so die Calamität beseitigt, nicht aber für das Bergwerk selbst. Das Wasser führte nachher wie vorher Sand in die Tiefe.

Im Mittel mehrerer Bestimmungen enthielt das Spritzwasser, aus der Schichte des Triebsandes aufgefangen, in einem Liter 8,39 g suspendirte Theile.

Durch die Wasserpumpen wurden, aus der Zahl und Grösse der Pumpenhübe berechnet, in der Minute 1320 Liter Wasser aus dem Schachte entfernt, d. h.

in einer Stunde	79,2 cbm	Wasser	mit	664,2 kg	Sand
in 24 Stunden	1900,8	»	»	15941	»
in einem Monate	57000	»	»	478230	»

Auf Grund dieses Untersuchungsergebnisses war das Schicksal des Werkes vorauszusehen. Das eindringende Grundwasser höhlte jeden Tag hinter der Schachtzimmerung ein Loch aus, welches ca. 16000 kg Triebsand entsprach. Dass wiederholt seitliche Erdstürze hinter der Zimmerung erfolgten, welche diese und den ganzen Schacht bedrohten, kann nach Obigem nicht auffallen.

Nur der grossen Energie, mit der die Arbeit betrieben wurde, war es zu danken, dass man noch auf die Kohle stiess und mit besten Hoffnungen ihre Förderung begann. Doch das rastlos arbeitende Wasser hatte unterdessen hinter dem Schachte immer weitere Höhlungen geschaffen und tiefere Gänge in dem Triebsande gespült.

Ein gewaltiger Erdbruch, welcher Wasser und grosse Mengen des lockeren Sandes hinter den Balken niederführte, begrub von unten in den Schacht aufdrängend, alle bisher erlangten Erfolge und die ausgebreiteten Bodensenkungen in der Umgebung des Schachtes machten jede Hoffnung eines erfolgreichen Bewältigens der für das Werk wie für die Arbeiter verhängnissvollen Wässer aussichtslos.

Zur Statistik der Kost- oder Halte-Kinder.

Von

Max von Pettenkofer.

Die Statistik ist oft ein unentbehrliches Hilfsmittel, um den gesundheitswirthschaftlichen Werth hygienischer Maassnahmen und Verordnungen zu prüfen. Leider aber ist die Anwendung der statistischen Methode auf viele derartige Fragen wegen Mangels genügend umfassender und sicherer Zahlen theils oft nicht möglich, theils werden aus unvollständigen Erhebungen falsche Schlüsse gezogen, welche zu grossen Täuschungen führen können. Auf Fälle letzterer Art aufmerksam zu machen, ist der Zweck der nachfolgenden Mittheilung.

Die Verpflegung von Kindern im ersten Lebensjahre, namentlich von unehelichen Kindern erfolgt bekanntlich meist nicht durch die leiblichen Mütter, sondern durch sogenannte Pflegemütter, welche in manchen Orten, namentlich in Städten, unter einer gewissen theils amtlichen, theils privaten Controle stehen. Die Controle ist eingeführt worden, nachdem man über das Gebahren einzelner Kostfrauen oder Pflegemütter hie und da schlimme Erfahrungen gemacht hatte: ich verweise auf die neueste Arbeit von Prof. Dr. Uffelmann[1]), wo er anführt, dass es unter den mit Kinderpflege gewerbsmässig sich befassenden Personen leider manche gibt, welche mittels ihrer Pflege die ihnen übergebenen Pfleglinge ziemlich rasch und sicher ins Jenseits befördern, weshalb sie im Volksmunde auch als Engelmacherinnen bezeichnet werden. Es ist gewiss nichts gerechtfertigter, als dass die Behörden bestrebt

1) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege Bd. 15 S. 1. Ueber die in fremder Pflege untergebrachten Kinder vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege.

sind, solchem massenhaften Kindermord mit aller Macht entgegenzutreten.

Wo nun eine Controle der Kost- oder Halte- oder Pflege-Kinder besteht, beurtheilt man die Gewissenhaftigkeit und Geschicklichkeit der ausgewählten Pflegerinnen gerne nach der Sterblichkeit der Kost- oder Halte-Kinder im ersten Lebensjahre verglichen mit der Kindersterblichkeit im ersten Lebensjahre in dem betreffenden Orte im Allgemeinen.

Dieser Vergleich, wenn er richtig sein soll, setzt voraus, dass die im Orte geborenen Kinder auch im Orte in Pflege gegeben werden und in Pflege bleiben. Kommen sie nicht im Geburtsorte, sondern auswärts in Pflege, so wird der Geburtsort von der Kindersterblichkeit entlastet, und der auswärtige Pflegeort belastet. In der Nähe grösserer Städte gibt es Vororte und Dörfer, wo so viele in der Stadt geborene Kinder in Pflege genommen werden, dass die Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahre gegenüber den im Orte Geborenen oft viel mehr als 100 % beträgt.

Wenn man in einer grösseren Stadt die Sterblichkeit der Kostkinder mit der allgemeinen Kindersterblichkeit vergleicht, so ergibt sich nun allerdings ohne weiteres nicht selten, dass die Sterblichkeit der Pflegekinder grösser ist, als die Sterblichkeit der Kinder eines Ortes im Allgemeinen. Das findet man natürlich und sucht das Institut der Pflegemütter möglichst zu verbessern. Aber es gibt auch Fälle — namentlich in Orten mit hoher Geburtsziffer, in welchen der Vergleich zu Gunsten der Pflegekinder auszufallen scheint. Ein solcher Ort ist z. B. München. Da glaubt man nun ein Recht zu haben, zufrieden zu sein, und schreibt das günstige Resultat der polizeilichen Controle, namentlich der sorgfältigen Auswahl der Pflegemütter zu.

Wenn dieses Resultat in Wirklichkeit begründet wäre, dann müsste man annehmen, dass die Pflegemütter ohne jede Mutterbrust viel besser ihre Pflicht thun, als die leiblichen Mütter, welche trotz aller angeborenen Liebe zu ihren Kindern und trotz der besseren Verhältnisse, in denen sich doch die Mehrzahl derselben gegenüber den Pflegemüttern befindet, doch kein so günstiges Resultat zu erzielen im Stande sind, wie es den vom Sanitäts-

beamten ausgewählten Pflegemüttern gelingt. Wenn dem wirklich so wäre, dann müsste man die leiblichen Mütter zu den Pflegemüttern in die Schule schicken.

Schon der gesunde Menschenverstand weist darauf hin, dass das doch nicht wohl sein kann, dass da irgend ein Irrthum in der Betrachtung oder ein Mangel in der statistischen Methode vorliegen muss. Ich besah mir einmal (im April 1877) gelegentlich einer Verhandlung im Gesundheitsrathe über Kindersterblichkeit in München und die Mittel zur Verringerung derselben die Statistik der Kostkinder, — wie die Halte-Kinder in München genannt werden — etwas näher und überzeugte mich sehr bald, dass die für München aufgestellten Zahlen nicht beweisend sind, und dass die Sterblichkeit der Kostkinder gegenüber der gesammten Kindersterblichkeit Münchens in der That eine viel grössere sein müsse, als die jährliche polizeiliche Statistik darüber erkennen lässt.

Ich habe damals nichts darüber veröffentlicht, weil ich glaubte, es würde genügen, die maassgebenden Mitglieder des Gesundheitsrathes darauf aufmerksam gemacht zu haben, um zu verhindern, dass die Behauptung, die Münchener Kostkinder seien besser daran, als der Durchschnitt aller Kinder, wiederholt würde. Da ich nun aber in dem neuesten Generalberichte über die Sanitätsverwaltung im Königreiche Bayern, der einen Statistiker von Fach zum Verfasser hat, das Gegentheil lese [1]) und auch finde, dass

1) Generalbericht über die Sanitätsverwaltung im Königreiche Bayern. Im Auftrage des kgl. Staatsministeriums des Innern aus amtlichen Quellen bearbeitet von Dr. med. Carl Friedrich Majer, kgl. Rath 13. Bd. (Neue Folge 2. Bd.) das Jahr 1879 umfassend. München bei Theodor Riedel 1882. — Da heisst es S. 93: »Die Zahl der in München verpflegten Kostkinder betrug im Jahresdurchschnitte 623, von denen 204 oder 32,3 % gestorben sind. Bezirksarzt Dr. Frank hat 765 Gutachten über besuchte Kostplätze abgegeben. Der Bezirksarzt in München r. d. Isar berichtet ausdrücklich, dass der Gesundheitszustand der Kostkinder auch im Jahre 1879 höchst befriedigend gewesen sei; die Mortalität derselben sei wesentlich günstiger als die der übrigen und namentlich der ausserehelichen, nicht als Kostkinder aufgeführten Kinder. Es fällt hier entschieden der Einfluss der sanitätspolizeilichen Aufsicht einerseits und die materielle Seite des pekuniären Vortheils andrerseits in die Wage. Die öfteren Visitationen der Wohnungen, sowie die ärztliche Untersuchung dieser Kinder fielen alle ohne Klage aus.«

Prof. Uffelmann auf die Mängel der Kost- oder Halte-Kinderstatistik in seiner neuesten Arbeit in der Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege nicht genügend aufmerksam macht, so sei mir gestattet, an einem concreten Beispiele meine Anschauung zu erläutern.

Der kgl. Polizeidirection München lag damals folgende Zusammenstellung über den Stand der Kostkinder im Jahre 1876 vor:

Kostkinder-Stand.

Geburtsjahr	am 1. Januar 1876	am 31. December 1876
1868	32	0
1869	29	29
1870	28	25
1871	33	23
1872	32	31
1873	59	44
1874	69	56
1875	149	107
1876	0	143
Summe	431	458

Im Laufe des Jahres 1876 mehrten sich somit die Kostkinder um 27.

Die Zahl aller vorhanden gewesenen Kostkinder während des Jahres 1876 und zwar unter Einrechnung der zwischen dem 1. Januar und 31. December 1876 zu- und wieder abgegangenen Kostkinder betrug:

Geburtsjahr							
1868 . . .	32,	hievon	sind	gestorben	0.		
1869 . . .	29,	»	»	»	0.		
1870 . . .	28,	»	»	»	0.		
1871 . . .	34,	»	»	»	0.		
1872 . . .	35,	»	ist	»	1,	somit	3 %
1873 . . .	66,	»	sind	»	2,	»	3
1874 . . .	87,	»	»	»	4,	»	4½
1875 . . .	227,	»	»	»	49,	»	21½
1876 . . .	331,	»	»	»	103,	»	31
	869				159		18,3 %.

Diese Tabelle ist wohl zunächst gesundheitswirthschaftlich nicht zu verwerthen; denn die Zu- und Abgänge lassen nicht

erkennen, und nicht wie viele Tage nach der Geburt die Kinder in Pflege gegeben wurden, wie viele Kostkinder im ersten Lebensjahr in das betreffende Kalenderjahr vom vorigen Jahre übergegangen und vor Ablauf des ersten Lebensjahres im betreffenden Kalenderjahr gestorben, und welche Abgänge durch Tod oder durch Uebergang in nicht polizeiliche Pflege veranlasst sind; es lässt sich auch nicht ersehen, wie viele der Pfleglinge aus der polizeilich überwachten Pflege in andere Hände übergegangen, vielleicht kurz danach bei den leiblichen Müttern, bei Verwandten, in Anstalten oder sonstwo gestorben sind, ehe sie ihr erstes Lebensjahr vollendet. Uffelmann macht darauf aufmerksam, dass es Pflegemütter gibt, welche gerne dahin drängen, wenn ein Kind hoffnungslos daniederliegt, dass es ihnen abgenommen werde, oder dass sein Todesfall überhaupt nicht als bei ihnen erfolgt registrirt werde [1]). Das ist gewiss auch in München der Fall.

Dass dieser Wechsel mit den Pfleglingen in München ein verhältnissmässig grosser ist, geht daraus hervor, dass im Jahre 1876 am 1. Januar 431, am 31. December 458 Kostkinder registrirt sind, während die Zahl aller während des Jahres 1876 vorhanden gewesener Kostkinder (unter Einrechnung der zwischen dem 1. Januar und 31. December zu- und wieder abgegangenen Kostkinder) 869 beträgt. Die einzige Zahl, aus welcher sich Einiges entnehmen lässt, und auf welche allein auch der Generalbericht Gewicht legt, ist, dass 331 im Jahre 1876 geborene Kostkinder zugegangen sind, und dass davon vor Ablauf des Kalenderjahres 103, d. i. 31 % in Pflege gestorben sind, was man für eine günstige Mortalitätsziffer hält, insoferne auf 100 lebend Geborene im Jahre 1876 in der ganzen Stadt 36,8 % Todesfälle im ersten Lebensjahre kommen.

Dagegen ist nun einzuwenden, dass diese Mortalitätsziffer der Kostkinder nicht auf dieselbe Art gebildet ist, wie die Zahl der Kindersterblichkeit in der ganzen Stadt, womit sie aber verglichen wird.

Bei der Berechnung der Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahre in der ganzen Stadt werden zwar auch Geburten und

---

1) S. a. a. O. S. 12.

Todesfälle ein und desselben Kalenderjahres gezählt, aber da befinden sich unter den Gestorbenen des laufenden Jahres viele im Jahre vorher Geborene, welche aber nicht das Alter von einem Jahr erreicht haben. Auch diese Art zu rechnen ist nicht absolut genau, richtiger wäre, zu erheben, wie viele nicht nur im Kalenderjahre, welchem ihre Geburt angehört, sondern auch noch im nachfolgenden Jahre starben, ehe sie das 1. Lebensjahr vollenden; — aber die gewöhnliche Rechnung nach Kalenderjahren ist doch durchschnittlich und annähernd richtig, insoferne für die Zahl der erst im folgenden Kalenderjahre Sterbenden ein Aequivalent vom vorausgehenden Jahre gezählt wird, was durchschnittlich 1/3 der im Kalenderjahre geborenen Sterbenden ausmacht [1]). Dieses Aequivalent ist nun in der Münchener Kostkinderstatistik gar nicht berücksichtiget. Es wird zwar angeführt, dass im Jahre 1876 227 Kinder übergingen, welche im Jahre 1875 geboren sind, und dass davon 49 oder 21 1/2 % im Jahre 1876 gestorben sind, aber wie viele von diesen vor Ablauf ihres 1. Lebensjahres gestorben sind, ist nicht ersichtlich. Wahrscheinlich ist die grosse Mehrzahl dieser 49 vor Ablauf des 1. Lebensjahres [2]) gestorben — und wären vielleicht 40 davon den 103 Gestorbenen beizuzählen —, aber wenn wir nur das durchschnittliche 1/3 (v. Mayr) der im Kalenderjahre 1876 geborenen und gestorbenen 103 d. i. 34 als Aequivalent nehmen, so kommen auf 331 Geborene 137 im 1. Lebensjahre gestorbene Kostkinder, was also schon einer Sterblichkeit von mehr als 41 % entspricht.

Damit überschreitet schon die Sterbziffer der Kostkinder in München die der übrigen Kinder des 1. Lebensjahres (36,8 %) ganz beträchtlich. — Nun kommt aber noch ein schwer wiegender Umstand dazu, welcher die Sterblichkeit der Kostkinder allerwärts über Gebühr gering erscheinen lässt, und das ist das Alter, in

---

1) Vgl. v. Mayr, Kindersterblichkeit in Süddeutschland S. 204.

2) Hätten die vom Jahre 1875 auf das Jahr 1876 übergegangenen 227 Kinder alle das 1. Lebensjahr vollendet, ehe eines starb, so wäre ihre Sterblichkeit nach dem 1. Lebensjahre (21 1/2 %) wirklich eine ganz abnorm hohe gewesen, und würde bei den Kostkindern im 2. Lebensjahre reichlich an Sterblichkeit nachgeholt, was im 1. versäumt wurde.

welchem die Kostkinder gewöhnlich in Pflege gegeben werden. Ich ersuchte die kgl. Polizeidirection München um Angabe, wie viele Tage nach der Geburt jedes der 331 Kostkinder vom Jahre 1876 in Pflege gegeben worden sei und erhielt folgende Tabelle:

Kostkinder-Statistik pro 1876.

Anzahl der Tage zwischen Geburt und Einweisung in die Pflege	Anzahl der eingewiesenen Kinder	Anzahl der Todesfälle unter ihnen	Anzahl der Tage zwischen Geburt und Einweisung in die Pflege	Anzahl der eingewiesenen Kinder	Anzahl der Todesfälle unter ihnen.
3	3	2	37	3	1
5	1	0	38	3	3
6	1	0	39	2	1
7	3	1	40	3	0
8	6	2	41	2	0
9	3	1	42	2	1
10	13	4	43	2	0
11	9	5	44	1	1
12	12	6	45	5	2
13	11	4	46	2	0
14	17	10	47	3	0
15	7	4	48	2	0
16	10	4	50	4	2
17	10	2	51	2	1
18	11	2	53	1	0
19	7	3	54	2	0
20	9	3	57	1	0
21	8	1	58	2	0
22	6	4	60	2	1
23	7	3	61	2	1
24	3	1	62	1	0
25	9	2	63	2	0
27	2	0	64	1	0
28	2	1	65	3	1
29	6	1	66	1	0
30	5	2	67	4	2
31	2	0	68	1	0
32	4	2	71	1	0
33	3	2	73	2	1
34	2	2	74	1	0
35	3	1	76	2	0
36	2	0	77	3	2

Fortsetzung der Tabelle.

Anzahl der Tage zwischen Geburt und Einweisung in die Pflege	Anzahl der eingewiesenen Kinder	Anzahl der Todesfälle unter ihnen	Anzahl der Tage zwischen Geburt und Einweisung in die Pflege	Anzahl der eingewiesenen Kinder	Anzahl der Todesfälle unter ihnen
79	2	1	153	1	0
81	1	0	154	1	0
82	2	0	164	1	0
84	1	0	165	1	0
85	1	1	166	1	0
87	1	1	171	1	0
89	1	0	173	1	0
90	2	1	178	1	0
91	3	1	180	2	0
93	2	1	187	1	0
94	1	0	188	1	0
98	2	0	197	1	0
100	1	1	206	1	0
105	2	0	219	1	0
108	1	0	222	1	0
109	1	0	224	1	0
115	1	0	229	1	0
117	2	0	236	1	0
118	1	0	243	1	0
121	1	0	256	1	0
124	1	0	260	1	0
128	1	0	275	1	0
129	2	0	277	2	0
130	1	0	283	1	0
139	1	0	285	1	0
146	1	0	341	1	0
150	2	1			

Im Jahre 1876 wurden demnach von den 331 Kindern in Pflege gegeben:

in der 1. Lebenswoche	8 = 2,42 %,	davon starben	3 = 37,50 %
2. »	71 = 21,45	» »	32 = 45,07
3. »	62 = 18,73	» »	19 = 30,65
4. »	40 = 12,08	» »	14 = 35,00
im 1. Lebensmonat	181 = 54,68	» »	68 = 37,57
2. »	60 = 18,13	» »	20 = 33,33
3. »	35 = 10,58	» »	11 = 31,43
4.—12. »	55 = 16,61	» »	4 = 7,27.

Man ersieht, dass die Kostkinder verhältnissmässig spät erst in Pflege kommen. Die erste Lebenswoche, welche ja unter den Neugeborenen am meisten aufräumt, ist nur mit 2,4 % betheiligt, und sogar der erste Lebensmonat nur mit 54,7 %. Fast die Hälfte der Kostkinder (45,3 %) wird erst in Pflege gegeben, nachdem sie einen Monat alt geworden sind. Nun ist es aber eine bekannte Thatsache, dass die Geborenen die grösste Lebensbedrohung, die grösste Sterblichkeit gerade in den ersten Tagen nach der Geburt haben. Diese verheerenden ersten Tage haben unter den von der Polizei registrirten 331 Kostkindern keine nennenswerthe Vertretung: unter 3 Tagen nach der Geburt ist kein einziges Kind zugegangen; ja selbst die 1. Lebenswoche ist kaum — nur in 8 Fällen vertreten, was nur 2,4 % der Gesammtzahl entspricht. Nach Pröbst (Vorstand des magistratischen statistischen Bureaus in München) gehörten von den 3173 Kindern, welche 1876 in der ganzen Stadt im 1. Lebensjahre starben, 392 oder 12,35 % der 1. Lebenswoche an. Hiernach wären der Sterblichkeit der Kostkinder mindestens weitere 10 % hinzuzurechnen und wäre ihre Sterblichkeit somit auf 51 % zu setzen.

Wie schon erwähnt, ist von den 331 Kostkindern keines vor Ablauf des 3. Lebenstages in polizeilich überwachte Pflege gekommen. Nach Pröbst macht 1876 von der ganzen Jahres-Kindersterblichkeit der 1. Lebenstag allein schon 7,34 % aus.

Die Todesursache, welche diese hohe Ziffer in den ersten Tagen zumeist bedingt, ist Lebensschwäche, und diese wird unter den Kostkindern, welche verhältnissmässig spät in Pflege kommen, selten zu verzeichnen sein, da sie meist schon in den ersten Lebenstagen zum Tode führt. Obermedicinalrath von Hecker hat in seiner Statistik über die Sterblichkeit der Kinder in der Kreis- und Lokal-Gebäranstalt München nachgewiesen, dass von 346 an Lebensschwäche leidenden Kindern

164	am 1. Tag nach der Geburt	=	47,4 %
78	» 2. » » » »	=	22,2
39	» 3. » » » »	=	11,3
	mithin		80,9 %

in den ersten 3 Lebenstagen gestorben sind.

Lebensschwäche spielt in der Kindersterblichkeit eine grosse Rolle. J. Rein hat in Münchens Kindersterblichkeit im ersten Halbjahr 1875 Seite 17 nachgewiesen, dass von den Todesfällen unter den Kindern im 1. Lebensjahre die Lebensschwäche 16,4 % ausmachte. Mit dieser grossen Sterblichkeit in den ersten Lebenstagen ist somit die Gesammtkindersterblichkeit der Stadt belastet, und die polizeilich registrirte Kostkindersterblichkeit entlastet.

Um den durchschnittlichen Absterberythmus der Kinder im ersten Lebensjahre in München anschaulich zu machen, diene folgendes Beispiel: Nach einer mir vorliegenden Berechnung des städtischen statistischen Bureaus, welche sich auf die Jahre 1875 bis 1882 erstreckt, wurden in diesen acht Jahren 71447 Kinder geboren. Gestorben sind in derselben Zeit 26110 Kinder, welche ihr erstes Lebensjahr noch nicht vollendet hatten, d. i. 36,54 % und darunter 1674, welche ihren ersten Lebenstag noch nicht vollendet hatten, d. i. 2,34 %. Rechnet man hier nur diesen ersten Lebenstag ab, so ermässigt sich die Sterblichkeit des ersten Lebensjahres auf 34,20 %. Es starben aber in den erwähnten acht Jahren an ihrem zweiten Lebenstage noch 360, am dritten 325, am vierten 227. Rechnet man diese 912 Kinder zu den 1674 am ersten Lebenstage gestorbenen, so ist der Zwischenraum von Geburt bis zur Einweisung der jüngsten Kostkinder, der nach der obigen polizeilichen Statistik 3 Tage beträgt, erst ausgefüllt. Nach dem polizeilichen Verzeichnisse (Tab. II) liegt zwischen dem Geburtstage und dem Tage der Einweisung in fremde Pflege bei den jüngsten Kostkindern schon ein Zeitraum von drei Tagen. Wenn das »zwischen« buchstäblich genommen werden soll, was doch wohl richtig sein wird, dann ist Geburtstag und Einweisungstag zu dem Zwischenraum zu zählen, und wären somit die jüngsten Kostkinder am Einweisungstage schon im fünften Tage ihrer Lebenszeit angelangt gewesen. Es soll jedoch bei 3 Tagen belassen werden. Jedenfalls fallen von der allgemeinen Kindersterblichkeit noch einige Procente aus, und würde sich das Verhältniss der im ersten Lebensjahre gestorbenen noch mehr ermässigen.

In dem angegebenen achtjährigen Zeitraume starben am fünften Lebenstage nur 125, am sechsten Lebenstage ebenfalls 125, am siebenten 152. In der zweiten, dritten und vierten Lebenswoche nimmt die Sterblichkeit (ohne Zweifel meistens wegen unzuträglicher Ernährung ohne Mutterbrust) wieder beträchtlich zu, die dritte Woche ist ganz regelmässig noch gefährlicher als die zweite und auch als die erste, wenn bei dieser der erste Lebenstag, welcher die Lebensschwachen so zahlreich hinrafft, ausser Rechnung bleibt. In der zweiten Woche starben, acht Jahre zusammengenommen, durchschnittlich täglich 250, in der dritten 414, in der vierten 239, im zweiten und dritten Lebensmonate durchschnittlich täglich 155, im zweiten Vierteljahre 60, im zweiten Halbjahre 28.

Wenn man bedenkt, dass die Münchener Kostkinder in den ersten Lebenstagen gar nicht, in den ersten vier Lebenswochen kaum zur Hälfte in die polizeilich überwachte Pflege treten, so erscheint das Sterblichkeitsprocent der vorhandenen Kostkinder auch bei 31 % noch abnorm hoch. Wie schon erwähnt, entgeht der polizeilichen Registrirung auch der Tod von allen jenen Kostkindern, welche vor Ablauf des ersten Lebensjahres wieder aus der polizeilichen Pflege entlassen und bei ihren Müttern oder bei Verwandten oder sonstwo aufgenommen werden, während doch wahrscheinlich ist, dass gerade die Pflege sehr oft der Grund sein wird, weshalb solche aus derselben entlassenen Kinder sehr bald danach sterben.

Wie viele von diesen Kindern (vgl. Tab. I) im ersten Lebensjahre ausser Pflege getreten, und wie viele vor Ablauf des ersten Lebensjahres nach Austritt aus der polizeilichen Pflege gestorben sind, ist nicht ersichtlich; ebenso wenig, wie viel von den 331 im ersten Lebensjahre im Jahre 1876 in Pflege gegebenen Kindern im darauffolgenden Kalenderjahre vor Ablauf des ersten Lebensjahres in Pflege gestorben sind. Wenn diese Untersuchung durchgeführt wäre, so müsste sich darin zeigen, ob die polizeiliche Pflege einen gesundheitswirthschaftlichen Werth hat, oder nicht. Im ersteren Falle werden von den entlassenen Kostkindern mehr, im letzteren Falle weniger am Leben bleiben.

Fasst man alle diese Momente zusammen, so wird es nicht zu hoch gegriffen sein, wenn man annimmt, dass die Sterblichkeit

der Kostkinder in München etwa nochmal so gross ist, als die Kindersterblichkeit in München im Allgemeinen (sie kann einige Procente weniger, aber auch mehr sein).

Und selbst wenn die Mortalität der Kostkinder auch sonst richtig ermittelt und um einige Procente geringer wäre, als die Mortalität der Kinder im Allgemeinen, so wäre damit noch nicht bewiesen, dass die Pflegemütter ihre Kinder besser hegen und pflegen als die leiblichen Mütter, — denn es wäre immer noch in Rechnung zu ziehen, dass die Kostkinder stets erst an die Pflegemütter übergehen, nachdem sie durchschnittlich schon mehrere Wochen und meist unter Umständen gelebt haben, welche sehr ungünstig sind. Erst diejenigen Kinder, welche so kräftig und gesund sind, dass sie so harte Prüfungen überstehen konnten, die sozusagen nicht umzubringen sind, kommen allmählich in Pflege. Es wären also nicht die Pflegerinnen besser, als der Durchschnitt der leiblichen Mütter, sondern die Pflegerinnen erhalten ein ausgesuchtes, ein kräftigeres Material, und da ist es zu verwundern, dass ihnen trotzdem noch so viele Procente sterben.

Darin liegt wohl auch wenigstens zum Theile die Erklärung dafür, dass die registrirte Kindersterblichkeit in Findelanstalten, die mit Gebärhäusern verbunden sind, in der Regel viel grösser gefunden wird, als die Sterblichkeit der Findlinge, welche zur Pflege in Familien gegeben werden.

So viel dürfte dargethan sein, dass die Statistik der Kost- oder Halte-Kinder noch viel mehr ausgebildet werden muss, ehe sich gültige Schlüsse für den Werth oder Unwerth der bestehenden Gewohnheiten und Verordnungen daraus ziehen lassen. Die statistischen Mängel sind wahrscheinlich auch Ursaehe, weshalb die Angaben aus verschiedenen Orten so sehr differiren[1]. Uffel-

---

1) So berechnet sich nach H. Skrzečzka (Generalbericht über das Medicinal- und Sanitätswesen von Berlin in den Jahren 1879 und 1880 S. 181) die durchschnittliche Sterblichkeit der Haltekinder im ersten Lebensjahre zu 44,8 %, was der Wahrheit jedenfalls näher kommt, als die Münchener Berechnung, welche die aus dem vorigen Jahre stammenden Kostkinder unter 1 Jahr unbeachtet lässt. Rechnet man der Münchener Kostkindersterblichkeit nur die hierfür wahrscheinliche Grösse hinzu, so kommt schon nahezu dieselbe Zahl heraus, wie sie H. Skrzečzka für Berlin angibt.

mann hat in seiner sonst beachtenswerthen Abhandlung die verschiedenen Angaben bona fide hingenommen und er bespricht Seite 3 den Kostkinderstand von München und hat zur Exemplification gerade das von mir soeben besprochene Jahr 1876 ausgewählt und einen Theil der obigen Tab. I wiedergegeben. Wie weit die aus diesen Zahlen gezogenen Schlüsse von der Wahrheit entfernt sind, wird Uffelmann selbst nun anerkennen.

Eine Kost- oder Haltekinderstatistik sollte berücksichtigen:

1. den Geburtsort und das Alter der einzelnen Kinder, mit welchem sie in Pflege kommen,

2. wie viele Pflegekinder vom vorhergehenden Jahre im laufenden Jahre starben, ehe sie das erste Lebensjahr überschritten haben, und soll

3. die im laufenden Jahre aus der Pflege tretenden Kinder wenigstens noch so weit im Auge behalten, um sehen zu können, ob sie innerhalb eines Jahres noch leben oder wie bald sie nach Schluss der Pflege sterben.

Eine genaue und verlässige Statistik der Kostkindersterblichkeit könnte auf Grund von Individual-Zählkarten hergestellt werden, aus welchen zu entnehmen und tabellarisch nachzuweisen wäre:

a) wie viele Kinder am Beginne des Jahres in Pflege im Alter von 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Tagen, — 2, 3, 4 Wochen, — 2, 3, 4, 5 etc. Monaten waren,

b) wie viele Kinder im Laufe des Jahres im Alter von 1, 2, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Tagen, — 2, 3, 4 Wochen, — 2, 3, 4, 5 etc. Monaten in Pflege kamen,

c) wie viele Kostkinder im Laufe des Jahres im Alter von 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Tagen, — 2, 3, 4 Wochen, — 2, 3, 4, 5 etc. Monaten gestorben sind,

d) wie viele derselben im Alter von 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Tagen, — 2, 3, 4 Wochen, — 2, 3, 4, 5 etc. Monaten aus der Pflege entlassen wurden, und wem sie übergeben wurden,

d) wie viele am Schlusse des Jahres im Alter von 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Tagen, — 2, 3, 4 Wochen, — 2, 3, 4, 5 etc. Monaten vorhanden sind.

Ich will kein bestimmtes Formular entwerfen, was jedenfalls besser von einem Statistiker von Fach geschieht, nachdem feststeht, worauf es den Hygieniker vorzüglich ankommt. Vielleicht liessen sich nach Art der Dienstbotenbücher, der früheren Wanderbücher etc. Haltekinderbücher einführen, in welche das Wissenswerthe eingetragen werden könnte.

Bericht über das erste Decennium der epidemiologischen Beobachtungen in der Garnison München.

Von

Dr. Port,

Oberstabsarzt.

Die epidemiologischen Beobachtungen in hiesiger Garnison hatten anfangs nur den Typhus zum Gegenstand; erst später wurden noch einige andere Erkrankungsformen, die für die Armee von besonderer Wichtigkeit sind, nämlich Lungenentzündungen, Brustfellentzündungen und acute Gelenkrheumatismen in den Kreis der Beobachtung gezogen. Der beabsichtigten Hereinziehung sämmtlicher innerer Krankheiten war der Umstand hinderlich, dass über die im Revier behandelten Fälle sichere Mittheilungen nicht zu erlangen waren.

Die Typhusbeobachtungen, die schon vor dem letzten Kriege einige Jahre lang übungs- und vorbereitungsweise betrieben worden waren, wurden nach Beendigung des Feldzuges nach einem genau festgestellten Plane auf breiter Basis wieder aufgenommen und bis gegenwärtig unverändert fortgesetzt. Sie erstreckten sich 1. auf statistische Ermittlung aller Eigenthümlichkeiten des Typhus in Bezug auf seine Frequenz, Verbreitungsweise, Mortalität u. s. w.; 2. auf Verfolgung derjenigen Naturvorgänge, welche möglicherweise an der Typhuserzeugung mitbetheiligt sind, durch Witterungs-, Bodentemperatur- und Grundwasserbeobachtungen, durch Kohlensäuremessungen der Grundluft und Trinkwasseruntersuchungen. Uebersehen wurde bei der ursprünglichen Feststellung des Planes, wie es scheint, nichts Wesentliches; eher könnte man sagen, dass des Guten in mancher Beziehung etwas zu viel geschehen ist. So hätten z. B. die Bodentemperaturmessungen, die in allen

Kasernen eingerichtet wurden, unbedenklich auf eine einzige Station beschränkt werden können. Die Trinkwasseruntersuchungen, die anfangs täglich gemacht wurden, brauchen nicht öfter als 1—2 mal in der Woche vorgenommen zu werden. Bei den Kohlensäuremessungen der Grundluft, die gleichfalls bisher in jeder Kaserne gemacht wurden, ist die Nothwendigkeit ihrer Fortführung überhaupt zweifelhaft geworden. Irgendwelcher Zusammenhang zwischen Kohlensäureproduction und Erkrankungsvorgängen ist nämlich bis jetzt nicht nachgewiesen worden. Nun muss allerdings zugestanden werden, dass die Einrichtung der Untersuchungsstationen für Kohlensäure insoferne nicht die glücklichste war, als für dieselben die Grundluft ausserhalb der Grundmauern der Gebäude gesammelt wurde, während die Bewohner jedenfalls mit der innerhalb der Gebäude aufsteigenden Grundluft in viel innigere Berührung kommen. Es wäre immerhin denkbar, dass durch die Abänderung der Stationen in diesem Sinne verwerthbarere Resultate erzielt würden.

Zur Aufklärung dieses Punktes wurden auf Station Oberwiesenfeld vergleichende Beobachtungen über den Gang der Kohlensäureproduction im überbauten und nicht überbauten Grund angestellt, welche folgendes Resultat ergaben.

Tafel I. Kohlensäuregehalt der Grundluft.

			A. Ausserhalb des Hauses:	B. Innerhalb des Hauses:
1881.	Juni	1,5 m Tiefe	15,67 ‰	6,75 ‰
		3,0	14,36	5,91
	Juli	1,5	23,97	11,45
		3,0	22,08	14,15
	August	1,5	28,47	13,73
		3,0	27,96	14,84
	September	1,5	33,80	18,48
		3,0	32,32	23,10
	October	1,5	26,03	28,25
		3,0	26,57	30,25
	November	1,5	16,11	26,68
		3,0	20,54	28,71
	December	1,5	11,43	24,76
		3,0	14,40	27,76

		Tiefe	A. Ausserhalb des Hauses:	B. Innerhalb des Hauses:
1882.	Januar	1,5 m Tiefe	11,08 ‰	19,25 ‰
		3,0	12,27	20,02
	Februar	1,5	7,25	16,02
		3,0	6,46	14,67
	März	1,5	9,83	14,02
		3,0	10,38	14,23
	April	1,5	8,78	13,40
		3,0	9,98	13,79
	Mai	1,5	9,65	13,36
		3,0	10,95	14,28

Die Verschiedenheiten, die sich aus obiger Zusammenstellung ergeben, hängen wahrscheinlich ganz allein von der Temperatur des Bodens ab. Im nicht überbauten Boden erreicht die Temperatur im August und September ihr Maximum, zu welcher Zeit dort auch am meisten Kohlensäure entwickelt wird. In den überbauten Grund wird die Wärme erst nach längerer Zeit vordringen, deshalb ist hier das Maximum der Kohlensäureproduction im October bis December. Ebenso verhält es sich mit dem Minimum der Kohlensäurebildung, welches im nicht überbauten Grunde mit dem Minimum der Temperatur (Februar und März) zusammenfällt, während es im überbauten Grunde erst im Juni auftritt. Es scheint also die Differenz zwischen der Kohlensäureproduction innerhalb und ausserhalb des Hauses im Wesentlichen nur auf eine regelmässige Verspätung des Culminations- und Depressionspunktes der einen Curve um circa 3 Monate hinauszugehen. Die Aussichten, durch Umänderung der Kohlensäurestationen in Zukunft verwerthbarere Resultate zu erlangen, erscheinen nicht gross genug, um diese beschwerlichsten aller angestellten Beobachtungen in das zweite Decennium mit herüberzunehmen. Die Aufbringung geeigneter Hilfskräfte für diese immerhin etwas delicaten Untersuchungen war bei dem fortwährenden Personalwechsel, der durch Versetzungen, Abkommandirungen, Urlaub und Erkrankung stattfindet, trotz der Opferwilligkeit vieler Collegen eine recht lästige Aufgabe.

Als die wichtigsten Punkte, auf die es beim epidemiologischen Studium ankommt, haben sich für den Typhus die Grundwassermessungen und die localistische Statistik herausgestellt. Für die

anderen oben genannten Krankheiten sind die meteorologischen Beobachtungen von besonderer Wichtigkeit. Mikrobotanische Forschungen müssen von den epidemiologischen abgetrennt und Specialisten zugewiesen werden. Beide zugleich lassen sich nicht wohl in einer Hand vereinigen.

A. Typhusbeobachtungen.

In dem Zeitraume von 1872—81 sind in der Münchner Garnison bei einer durchschnittlichen Iststärke von 6069 Mann 1893 Typhuserkrankungen mit 255 Todesfällen vorgekommen, so dass also in jedem Jahr durchschnittlich 31,2 ‰ erkrankten und 4,2 ‰ starben. Bei einer früheren Zusammenstellung, die ich über das Vorkommen des Abdominaltyphus in der bayr. Armee gemacht habe, und welche die Jahre 1855—69 umfasste, zeigte die Münchner Garnison eine Typhusmortalität von 8,4 ‰, also genau das Doppelte der gegenwärtigen. Es würde nicht berechtigt sein, daraus den Schluss zu ziehen, dass die hiesigen Typhusverhältnisse in einer fortschreitenden Besserung begriffen sind, und dass in weiteren 10—20 Jahren der Typhus vielleicht aus der Garnison verschwunden sein möchte. Es ist im Gegentheil auf Grund der nachfolgenden Tabelle II, welche die Typhusmortalität der Münchner Truppenabtheilungen seit dem Jahre 1815 ausweist, mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, dass auf die jüngste günstige Typhusperiode auch wieder schlimmere uud ganz schlimme Zeiten folgen werden, wie solche Schwankungen in München von jeher stattfanden.

Tafel II. Typhusmortalität der Garnison München.

Jahrgang	Iststärke	Zahl der Typhus-Todesfälle	‰	Jahrgang	Iststärke	Zahl der Typhus-Todesfälle	‰
1815		11		1822		41	
1816		30		1823		14	
1817		27		1824		18	
1818		27		1825		28	
1819		33		1826		18	
1820		53		1827		14	
1821		25		1828		3	

Fortsetzung.

Jahrgang	Iststärke	Zahl der Typhus-Todesfälle	‰	Jahrgang	Iststärke	Zahl der Typhus-Todesfälle	‰
1829		31		1856	4875	89	18,2
1830		4		1857	4828	52	10,8
1831		16		1858	4931	80	16,2
1832		17		1859	5901	59	10,0
1833		31		1860	5781	31	5,3
1834		4		1861	5719	24	4,2
1835		13		1862	5582	55	9,8
1836		22		1863	5300	27	5,1
1837		4		1864	5312	62	11,6
1838		4		1865	5090	21	4,1
1839		8		1866		57	
1840		58		1867	5646	8	1,4
1841		54		1868		23	
1842		66		1869	6188	33	5,3
1843		21		1870 halb		15	
1844		10		1871 halb		14	
1845		21		1872	5523	55	9,9
1846		18		1873	5915	42	7,1
1847		13		1874	6615	71	10,7
1848		57		1875	6380	29	4,5
1849		65		1876	5944	9	1,5
1850	5876	41	7,0	1877	5637	19	3,4
1851	6030	44	7,3	1878	6130	2	0,3
1852	5476	37	6,7	1879	6066	22	3,6
1853	5592	62	11,1	1880	5997	6	1,0
1854	5380	61	11,3	1881	6490	—	0,0
1855	5445	77	14,1				

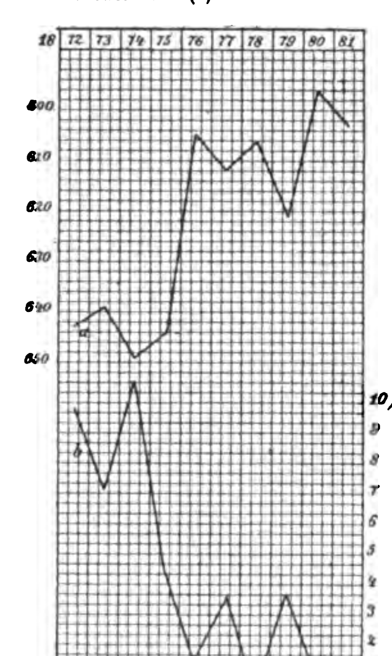
München steht auf einem für Typhus ziemlich stark empfänglichen Boden, der diese Eigenschaft nicht verlieren wird, so lange Grundwasserschwankungen in demselben vorkommen oder so lange die Grundwasserschwankungen nicht auf irgend eine Weise unschädlich gemacht werden. Seit der für die Epidemiologie so überaus bedeutsamen Entdeckung Pettenkofer's, dass die Typhusepidemien durch das Sinken des Grundwassers veranlasst und durch das Steigen desselben verdrängt werden, eine Thatsache, die für alle Orte mit gleicher Bodenbeschaffenheit wie München Geltung haben muss, hat die Beobachtung jedes Jahr eine neue Bestätigung dafür geliefert. Auch in dem abgelaufenen Decennium

Tafel III. Grundwasserschwankungen im Lazareth Oberwiesenfeld.

(Die Zahlen bedeuten die Entfernung des Grundwasserspiegels von der Bodenoberfläche in Centimeter.)

	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	Durchschnitt
Januar	668	653	668	656	612	638	612	620	620	573	632
Februar	662	661	671	656	623	620	596	628	627	599	634
März	652	650	666	640	577	604	601	624	623	607	624
April	652	647	657	627	579	595	593	627	616	615	620
Mai	623	648	617	640	572	594	590	612	611	611	611
Juni	610	618	619	645	591	604	590	604	592	544	601
Juli	609	615	624	644	585	604	602	606	562	577	602
August	625	604	631	648	605	586	612	612	576	602	610
September	644	620	640	656	618	600	604	618	590	615	620
October	652	640	654	653	628	621	609	629	595	627	630
November	660	653	667	640	635	633	626	634	565	629	634
December	658	663	668	623	638	641	638	636	572	634	637
Durchschn.	643	639	649	644	605	612	606	621	596	603	621

Tafel IV. Grundwasser (a) und Typhus-Mortalität (b) der Garnison.

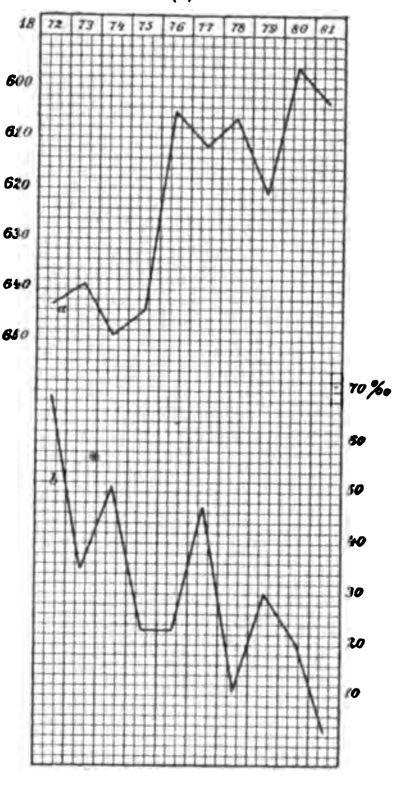


Tafel V. Typhus-Morbidität der Garnison.

Jahr	Iststärke	An Typhus erkrankt	‰
1872	5523	386	69,9
1873	5915	211	35,6
1874	6615	339	51,2
1875	6380	148	23,2
1876	5944	137	23,0
1877	5637	268	47,5
1878	6130	72	11,7
1879	6066	182	30,0
1880	5997	126	21,0
1881	6490	24	3,7

hat sich das Abhängigkeitsverhältniss des Typhus vom Grundwasser wieder vollständig bewährt, wie die Zusammenstellung der Typhusmortalität der Garnison (Taf. II) mit den Grundwasserschwankungen (Taf. III) auf der Curventafel IV nachweist.

Tafel VI. Grundwasser (a) und Typhus-Morbidität (b) der Garnison.



Der Gang der Typhusmortalität der Garnison steht zu den Grundwasserschwankungen, die im Lazareth Oberwiesenfeld gemessen wurden, im umgekehrten Verhältniss.

Die Typhusmorbidität liefert ein ähnliches Bild (Taf. V u. VI) wie die Mortalität, aber das Verhältniss zum Grundwasser tritt hier bei weitem nicht so scharf hervor. Man muss, wie schon Pettenkofer gethan hat, die Todesfälle zum Vergleich heranziehen. Die Grundwasserbewegung ist ein Index weniger für die Grösse als für die Schwere der Epidemien. Dieses Verhältniss wird noch weiter unten bei der Besprechung der Heilungsresultate näher erörtert werden.

Um zu ermitteln, wieviel Zeit durchschnittlich vergeht, einerseits zwischen dem Tiefstand des Grundwassers und der darauf folgenden Typhusakme, andrerseits zwischen dem höchsten Stand des Grundwassers und der darauf folgenden Typhusremission habe ich die sämmtlichen Typhusfälle der zehnjährigen Periode in 12 Monatssummen zusammengezogen (Taf. VII u. VIII) und damit den Grundwasserstand verglichen, der sich aus dem zehnjährigen Durchschnitt für jeden Monat ergibt (Taf. III). Es geht aus den bezüglichen Zusammenstellungen (Taf. IX) hervor, dass dem höchsten Grundwasserstande nach circa 4 Monaten der geringste

Typhusstand und dem tiefsten Grundwasserstand nach eben so langer Zeit der höchste Typhusstand folgt. Aus den Curven ist zu ersehen, dass zur Zeit des höchsten Typhusstandes das

Tafel VII. Typhusmorbilität der Garnison 1872—1881.

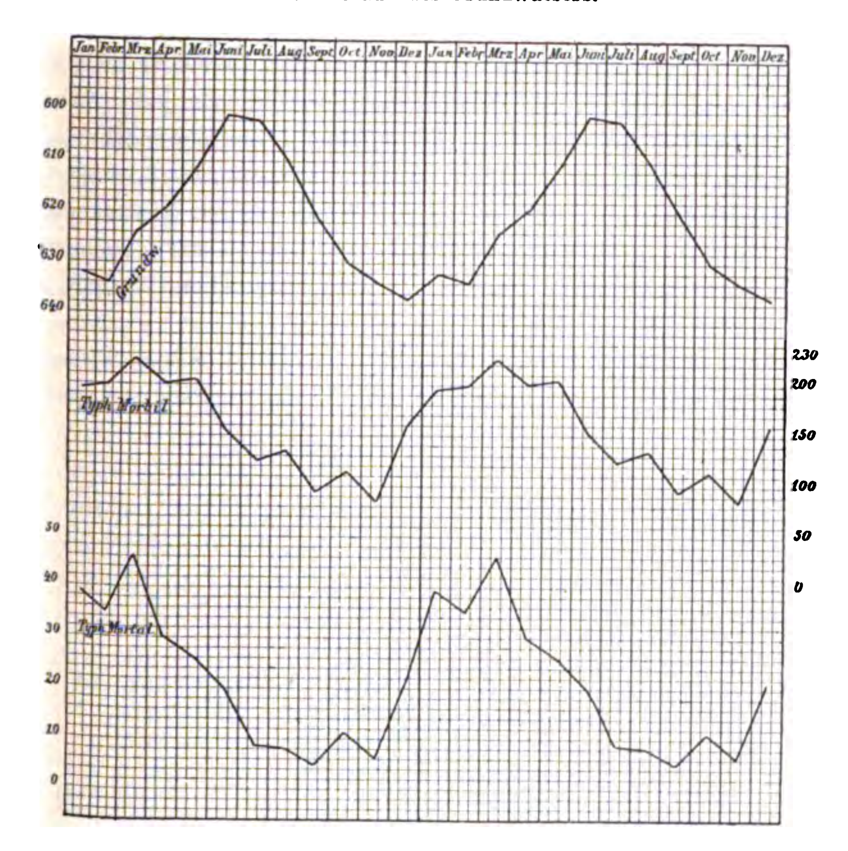
Kasernen	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Sa.
Neue Isark.	70	45	58	62	50	33	29	12	5	26	40	70	500
Alte Isark.	19	8	19	16	13	3	4	—	7	18	6	21	134
Hofgartenk.	45	52	36	26	35	35	17	20	19	22	15	29	351
Türkenk.	38	67	64	68	69	69	68	80	53	26	20	27	649
Lehelk.	2	9	11	4	10	10	3	5	4	11	2	3	74
Max-K.	20	19	33	23	29	4	2	8	5	12	5	10	170
Salzstadelk.	—	—	1	3	—	—	1	6	3	1	—	—	15
Garnison	194	200	222	202	206	154	124	131	96	116	88	160	1893

Tafel VIII. Typhusmortalität der Garnison 1872—1881.

Kasernen	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Sa.
Neue Isark.	16	9	10	13	8	—	—	—	1	4	5	10	76
Alte Isark.	1	2	5	—	—	1	1	—	1	2	1	2	16
Hofgartenk.	10	8	6	7	4	3	2	—	2	2	—	5	49
Türkenk.	9	14	14	7	9	13	6	8	1	2	—	—	83
Lehelk.	—	1	3	2	—	3	—	—	—	—	—	2	11
Max-K.	3	1	8	1	5	—	—	—	—	1	—	1	20
Salzstadelk.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Garnison	39	35	46	30	26	20	9	8	5	11	6	20	255

Grundwasser schon wieder ansteigt und dass zur Zeit des geringsten Typhusstandes das Grundwasser schon lange wieder im Sinken ist. Dieser späte Eintritt der Wirkung der Grundwasserstände ist sehr zu beachten. Würde man ohne Kenntniss dieses Verhältnisses den Grundwasserstand nur zur Zeit einer Epidemie in Betracht ziehen, so müsste man nothwendig zu ganz verkehrten Folgerungen kommen. Es ist daraus zu ersehen, wie werthlos die epidemiologischen Forschungen sind, die erst mit dem Beginne einer Epidemie resp. geraume Zeit nachher in Gang gesetzt werden. Man ist mit solchen nachträglichen Forschungen wenigstens beim Typhus durchschnittlich um ein halbes Jahr zu spät daran. Da

Tafel IX. Durchschnittlicher Jahresverlauf der Typhusmorbilität, der Typhusmortalität und des Grundwassers.



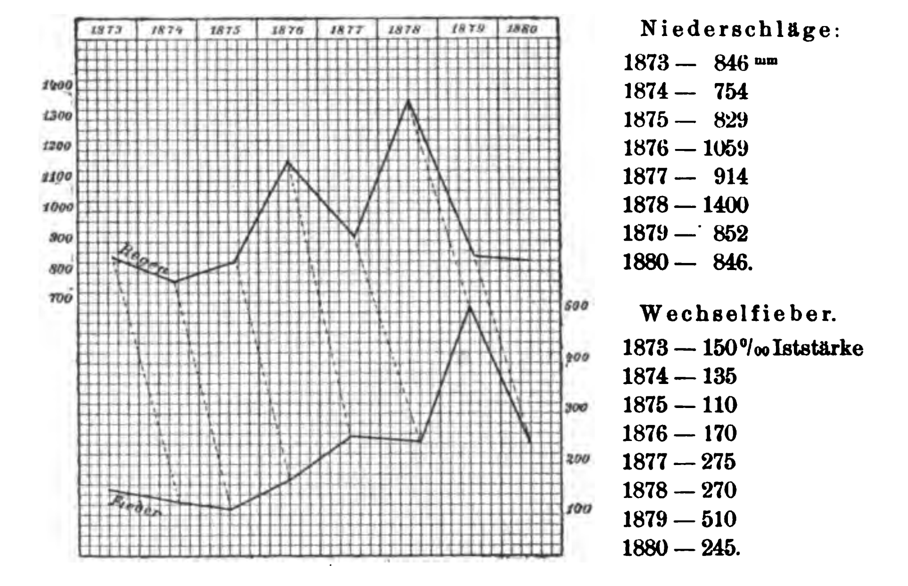
consequente Grundwassermessungen nur an sehr wenigen Orten gemacht werden, so ist es sehr begreiflich, dass die hiesigen Beobachtungen auswärts keine ausgebreitete Bestätigung gefunden haben. Um zu den Münchner Resultaten zu gelangen, muss mit der Münchner Methode der permanenten Beobachtung gearbeitet werden.

Bei einer anderen Bodenkrankheit, dem Wechselfieber, wo uns jedoch nur die Beziehungen zum Regen bekannt sind, hängt die Grösse der Epidemien von der Niederschlagsmenge des vorausgegangenen Jahres ab in der Art, dass auf nasse Jahre starke Epidemien, auf trockne Jahre schwache Epidemien folgen. Dieses

interessante Verhältniss ist durch den k. k. obersten Marinearzt Ritter von Jilek in seiner Schrift über das Verhalten des Malariafiebers in Pola (Wien 1881) nachgewiesen worden. Die Curven, die Jilek über Fieber und Regenmenge gibt, wobei er nicht die Regenmenge des ganzen Jahres, sondern nur die jeder Fieberepidemie vorausgegangenen Winterperiode in Betracht zieht, sind nicht so überzeugend, als sie durch die Zusammenfassung der ganzen Jahresmengen sowohl der Fieberfälle als der Niederschläge sich gestalten. Ich habe die Jilek'schen Curven auf beistehender Tafel X verbessert, aus welcher das oben besprochene Verhältniss mit vollster Klarheit hervorgeht.

Nach den ganz unzweideutigen Erfahrungen, die beim Wechselfieber und Typhus über den Einfluss der Bodenfeuchtigkeit gemacht

Tafel X. Regen und Wechselfieber in Pola.



wurden, lässt sich wohl der Schluss ziehen, dass dieser Factor bei allen Bodenkrankheiten, zu denen ausserdem noch Cholera, Gelbfieber und wahrscheinlich auch Ruhr gehören, eine hervorragende Rolle spielt, und die Nothwendigkeit ausgebreiteter und fortlaufender Grundwasserbeobachtungen tritt immer deutlicher

hervor. Die letzteren sind für die epidemiologische Forschung ebenso unerlässlich als die Barometerbeobachtungen für die Meteorologie. Wie die meteorologischen Gesetze uns ohne die Erfindung des Barometers grösstentheils unbekannt geblieben wären, so kommen wir auch in der Epidemiologie ohne Grundwassermessungen nicht vorwärts. In beiden Wissenschaften ist mit der Auffindung der geeigneten Beobachtungsmittel und damit, dass einzelne Beobachter sich mit der Sache beschäftigen, im Ganzen noch wenig geleistet. Beiderlei Forschungen müssen zur Erwerbung eines grossen Erfahrungsmateriales auf breitester Basis angestellt, es müssen Beobachtungsnetze über ganze Länder ausgespannt, die Sache muss mit einem Worte umfassend und einheitlich organisirt werden. Es gehört zu den Culturforderungen, dass von den wichtigen Ereignissen, die sich im Boden vollziehen, Kenntniss genommen wird.

In die Besprechung der Grundwasserverhältnisse muss ein scheinbar ganz heterogener Gegenstand hereinbezogen werden, nämlich die Heilungsresultate des Typhus. Dieselben waren, wie nebenstehende Taf. XI ausweist, in den letzten Jahren ganz überaus

Tafel XI. Verhältniss der Typhustodesfälle zu den Erkrankungen.

Jahrgang	An Typhus		Verhältniss der Todesfälle zu den Erkrankungen
	erkrankt	gestorben	
1872	386	55	14,2 %
1873	211	42	19,9
1874	339	71	20,9
1875	148	29	19,6
1876	137	9	6,6
1877	268	19	7,1
1878	72	2	2,8
1879	182	22	12,1
1880	126	6	4,8
1881	24	—	0,0

günstig, während sie im Anfang des Decenniums sehr schlecht waren. Die Verschiedenheit der Heilungsresultate ist eine so auffallende, dass man bei Betrachtung der Tafel auf den Gedanken

kommen könnte, es sei hier die therapeutische Kunst in sehr ungleicher Weise gehandhabt worden. Gerade für ein Militärlazareth, wo jährlicher Ordinationswechsel stattzufinden pflegt, könnte eine solche Vermuthung als besonders wahrscheinlich gelten. Leider muss die schmeichelhafte Annahme, dass die Therapie in den letzten Jahren so bedeutende Fortschritte gemacht habe, von der Medicin mit aller Bescheidenheit abgelehnt werden. Die nachfolgenden Betrachtungen werden ergeben, dass alles mit sehr natürlichen Dingen zugegangen ist.

Es kann von vornherein niemand entgehen, dass die künstliche Herabsetzung des Typhusmortalitätsverhältnisses von 20 auf 2 oder gar 0 % ein beispielloses Ereigniss in der Geschichte der Medicin wäre, gegen welches selbst die Erfindung der antiseptischen Wundbehandlung in den Hintergrund treten müsste. So epochemachende Fortschritte konnten nicht gemacht werden, ohne die vorausgegangene Entdeckung eines specifischen Heilmittels für den Typhus. Eine solche therapeutische Errungenschaft ist aber der glücklichen Heilungsperiode von 1876—81 nicht vorausgegangen. Die Typhen werden noch heute mit kalten Bädern behandelt, wie es schon vor 10, ja theilweise sogar vor 20 Jahren geschehen ist, und wenn auch gerne zugegeben werden mag, dass diese Behandlungsweise in den letzten Jahren viel energischer ausgeführt wurde, so kann ein nicht specifischer Eingriff doch niemals eine specifische Wirkung hervorbringen. Die Kaltwasserbehandlung leistet dem Körper, der mit den eingedrungenen Pilzen im Kampfe liegt, gewiss eine nützliche Unterstützung, sie regt die Haut- und Nerventhätigkeit an, sie belebt die Circulation, sie kann mit Verabreichung von inneren Stimulantien und mit einer zweckmässigen Ernährung des Kranken eine Reihe von Schädlichkeiten abhalten, die diesen Kampf erschweren würden, aber den Typhuspilzen selbst kann sie weder direct noch indirect etwas anhaben. Sie gehört zu den symptomatischen Mitteln, welche die Aufgabe haben, einzelne Erscheinungen zu mildern, mit denen aber niemals eine Krankheit wirklich geheilt werden kann.

Je näher man auf die thatsächlichen Verhältnisse eingeht, desto mehr werden die Resultate dieser allgemeinen Erwägungen

bestätigt. Analysirt man z. B. die unglücklichen Mortalitätsverhältnisse der Jahre 1872—75, wie auf Taf. XII geschehen ist, so zeigen dieselben nach den einzelnen Kasernen eine grosse Verschiedenheit. Dieselben Ordinirenden, die mit den Typhuskranken

Tafel XII. Von 100 Typhuskranken starben:

Kasernen	1872	1873	1874	1875
Neue Isark.	16,3	27,0	20,0	28,6
Hofgartenk.	9,8	11,4	25,4	19,0
Türkenk.	12,8	17,0	20,7	19,0
Maximiliank.	11,6	22,7	14,3	6,0

der Neuen Isarkaserne fast regelmässig das grösste Missgeschick hatten, die es bei denselben einmal sogar zu der unerhörten Mortalität von 28,6 % brachten, hatten bei den Typhuskranken anderer Kasernen viel bessere, theilweise sogar sehr gute Resultate.

Aehnliche Verhältnisse zeigen sich, wenn man die Typhuserkrankungen und Todesfälle der Jahre 1872—75 (Taf. XIII) nach

Tafel XIII. Erkrankungen und Todesfälle an Typhus nach Monaten. 1872 — 75.

Kasernen	Jan.		Febr.		März		April		Mai		Juni		Juli		Aug.		Spt.		Oct.		Nov.		Dec.	
	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†	erkr.	†
Neue Isark.	43	11	31	8	38	9	44	10	29	8	9	—	1	—	6	—	2	1	12	2	19	2	47	8
Hofgartenk.	37	9	49	7	32	6	24	7	15	1	22	1	4	—	2	—	6	—	7	—	4	—	19	5
Türkenk.	30	8	48	11	55	14	41	6	28	6	38	8	22	2	30	5	12	1	13	2	6	—	11	—
Maximiliank.	14	2	15	1	29	8	20	1	22	5	4	—	2	—	5	—	—	—	2	—	1	—	4	1
Summa	124	30	143	27	154	37	129	24	94	20	73	9	29	2	43	5	20	2	34	4	30	2	81	14
Mortalitäts-Verhältniss	24,2		18,9		24,0		18,6		21,3		12,3		7,0		11,6		10,0		11,8		6,6		17,3	

Monaten zusammenstellt. Es findet sich dann, dass die Ordinirenden der genannten Periode nur in den Monaten December bis Mai schlechte Erfolge hatten; in den Sommer- und Herbstmonaten liessen die Heilungsresultate wenig oder nichts zu wünschen übrig.

Man würde schon auf Grund des bisher Vorgebrachten das vollste Recht haben, die Heilungsresultate von 1872—75 nicht zu beanstanden, unter der Annahme, dass die damaligen Typhusfälle in ihrer Mehrzahl viel schlimmerer Art waren, als die der nachfolgenden Periode, aber diese Annahme lässt sich noch weiter vervollständigen und begründen.

Die merkwürdigen Verhältnisse, die in den Taf. XII u. XIII sich ausprägen, müssen bei jedem, der dieselben unbefangen prüft, die Ahnung aufsteigen lassen, dass die Oertlichkeiten und Jahreszeiten Regulatoren für die Schwere der Typhusfälle bilden. In Taf. XIII drückt sich der Einfluss der Jahreszeiten auf das Mortalitätsverhältniss mit einer solchen Deutlichkeit aus, dass man sich vor die Frage gestellt sieht: »Welche Eigenthümlichkeiten der Monate Juli bis November können daran Schuld sein, dass in dieser Jahreszeit die Typhen soviel leichter zur Heilung gebracht werden als in den Monaten December bis Mai?« Die Luftwärme kann es nicht sein, denn diese hat im October und November schon längst der Kälte Platz gemacht und eine nachwirkende Kraft der Luftwärme ist nicht anzunehmen. Aber die Bodenwärme könnte es sein, die bis gegen den December hin einen ziemlich hohen Stand einhält, und auch das Grundwasser

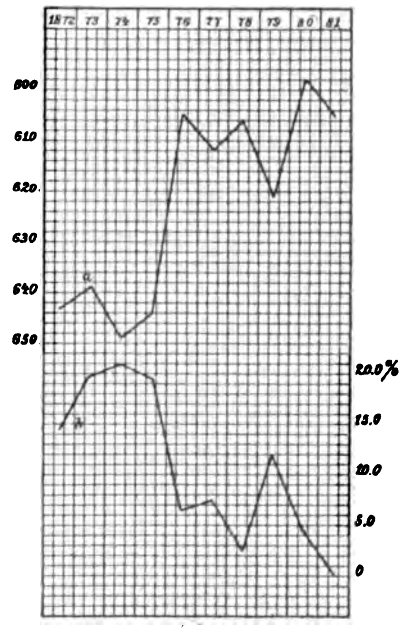
Tafel XIV. Bodentemperatur bei 3 m Tiefe in ° C.

	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881
Januar		9,2	8,8	8,1	8,8	8,1	8,3	7,4	8,3
Februar		8,2	7,9	6,9	7,9	7,2	7,4	6,6	7,0
März		7,5	7,1	6,6	6,9	7,0	6,9	6,2	6,4
April		7,6	7,0	7,1	7,3	6,9	7,0	6,4	6,7
Mai		8,5	8,3	8,0	7,7	8,1	7,6	7,9	7,4
Juni	9,4	9,6	10,3	9,0	9,1	9,6	8,8	8,5	8,8
Juli	10,9	11,3	11,6	10,6	10,8	10,6	10,1	10,0	10,2
August	12,6	12,7	12,3	11,7	11,8	11,6	11,1	11,0	11,5
September	13,2	13,0	13,0	12,3	12,5	12,1	11,8	11,7	11,9
October	12,9	12,9	12,6	12,0	11,7	12,2	11,8	11,7	11,4
November	12,0	12,0	11,4	11,2	10,8	11,1	10,8	10,6	10,1
December	10,5	10,2	9,5	9,8	9,8	9,7	9,3	9,3	9,5
Durchschnitt		10,2	10,0	9,4	9,6	9,5	9,2	8,9	9,1

könnte es sein, das in den Frühjahrsmonaten anzusteigen pflegt und das die Typhusfälle nicht nur, wie oben gezeigt wurde, seltner, sondern vielleicht gleichzeitig auch leichter machen dürfte.

Der Gang der Bodentemperatur ist auf Taf. XIV verzeichnet. Wenn die Bodenwärme der Sommermonate die Schwere der Infectionen herabsetzen soll, so müsste die günstige Heilungsperiode von 1876—81 durch erhöhte Bodenwärme sich auszeichnen. Aber gerade das Gegentheil ist der Fall. Die Bodentemperatur ist in den günstigen Typhusjahren niedriger als vorher. Mit der Bodentemperatur lässt sich also die gesuchte Erklärung nicht geben, desto besser mit dem Grundwasser.

Tafel XV. Grundwasser (a) und Verhältniss der Typhussterbfälle zu den Typhuserkrankungen (b).



Auf Taf. XV ist das Verhältniss der an Typhus Gestorbenen zu den Erkrankten mit dem Grundwasser verglichen. Die Uebereinstimmung beider Curven ist überraschend. Nicht nur, dass den tiefen Grundwasserständen im Allgemeinen die schlechten, dem hohen Grundwasserstande die guten Heilerfolge entsprechen, auch im Jahre 1879, also inmitten der sonst günstigen Periode, fällt mit einer mässigen Depression der Grundwassercurve sofort eine mässige Verschlechterung der Heilungsresultate zusammen. Vergleicht man die Tafeln IV u. XV miteinander, so zeigt sich, dass auf der letzteren der Gang der Typhus- und Grundwasser-Curve noch schöner stimmt als auf Taf. IV. Insbesondere wird es nicht entgehen, dass die Taf. IV im Jahre 1875 das auffallende Verhältniss bietet, dass der Typhus schon entschieden sinkt, während das Grundwasser noch nicht entschieden gestiegen ist. Dieser störende Umstand fällt auf Taf. XV weg und man ist daher

zu der Annahme berechtigt, dass diese Tafel wegen der grösseren Uebereinstimmung der Curven den natürlichen Zusammenhang zwischen Typhus und Grundwasser am richtigsten ausdrückt. In diesem Befunde liegt eine Bestätigung des oben ausgesprochenen Satzes, dass das Grundwasser ein Index für die Schwere der Epidemien ist, denn die letztere drückt sich noch schärfer als in der Summe der Todesfälle in dem Verhältniss der Gestorbenen zu den Erkrankten aus.

Der tiefere Einblick in den Zusammenhang der Dinge, der hiermit gewonnen ist, gestattet nunmehr das Heilbarkeitsgesetz des Typhus in folgender Weise zu formuliren: »Bei tiefem Grundwasserstande erfolgen schwere Infectionen, die nach den bisherigen Erfahrungen eine Mortalität bis 28 % der Erkrankten bedingen können; bei hohem Grundwasserstande sind die Infectionen so leicht, dass die Mortalität sich der Nullgrenze mehr oder weniger nähert.«

Der Typhus hat also mit den anderen Infectionskrankheiten das gemein, dass er Epidemien von den verschiedensten Graden der Schwere bildet. Die statistische Erfahrung tritt der Behauptung, dass es bei richtiger Behandlung möglich sei, die Typhusmortalität unter allen Umständen auf einen gewissen minimalen Procentsatz herabzudrücken, mit Entschiedenheit entgegen. Sie setzt an Stelle dieser Behauptung die Erklärung, dass es in einer schweren Typhuscampagne ebenso rühmlich ist, mit 20 und selbst 28 % Todesfällen durchzukommen, als in einer leichten mit 2 % und weniger.

Die soeben entwickelten Beziehungen zwischen Typhusheilbarkeit und Grundwasser bieten noch dadurch ein besonderes Interesse, weil sich damit der Grundwassereinfluss auch für einzelne Kasernen nachweisen lässt, was früher nicht möglich war. Ich will diesen Nachweis zuerst an der Neuen Isarkaserne durchführen.

Das Grundwasser dieser Kaserne ist nach den sorgfältigen Ermittlungen von Oberstabsarzt Dr. Anderl und Ingenieur Niedermayer Druckwasser der Isar und hat mit dem von den höheren Stadttheilen herabfliessenden Grundwasser nichts zu thun.

Das von der Isar beherrschte Grundwassergebiet erstreckt sich von der genannten Kaserne aus landeinwärts bis in die Gegend des Isarthors, indem sich der Grundwasserspiegel vom Fluss aus bis zum Isarthor beständig senkt, um von letzterem Punkt aus gegen die innere Stadt wieder zu steigen. Das städtische Grundwasser hat, wenigstens in der Höhe der Isarkaserne, zu keiner Zeit seinen Abfluss in die Isar, sondern zieht sich nach dem Zusammentreffen mit dem Isargrundwasser in der Gegend des Isarthores parallel dem Fluss fort. Der Umstand, dass das städtische Grundwasser den Boden der Isarkaserne nicht erreicht, sondern dass hier blos Isarwasser sich im Boden bewegt, erklärt die auffallende Reinheit des Brunnenwassers dieser Kaserne.

Weil nun die Isar seit einer Reihe von Jahren in Folge der Isarcorrection ihr Bett beständig tiefer gegraben hat, so ist auch der Grundwasserstand der Kaserne in den letzten 10 Jahren nach und nach tiefer herabgesunken, so dass die Brunnen schliesslich tiefer gegraben werden mussten. Der absteigende Gang der Grundwassercurve der Neuen Isarkaserne wurde nur in ganz besonders nassen Jahren, wo also die Isar grösstentheils hochging, zeitweise

Tafel XVI. Grundwasserstände der Neuen Isarkaserne.

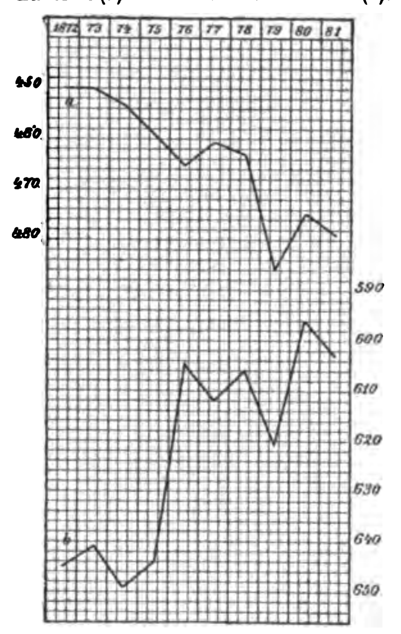
1872 — 450 cm
1873 — 450
1874 — 453
1875 — 459
1876 — 465
1877 — 461
1878 — 463
1879 — 486
1880 — 473
1881 — 477.

unterbrochen. Die Mittelwerthe für den Grundwasserstand der Neuen Isarkaserne seit 1872 sind auf Taf. XVI verzeichnet.

Vergleicht man diese Grundwasserbewegung mit derjenigen der oberen Stadttheile (s. Taf. XVII), so findet sich zwischen beiden insoferne eine Uebereinstimmung, als aussergewöhnliche Steigungen, wie sie besonders während der letzten Jahre beim Grundwasser der oberen Stadttheile constatirt wurden, auch in

demjenigen der Neuen Isarkaserne ganz unverkennbar ausgeprägt sind. Die beiderseitige Uebereinstimmung würde noch viel deutlicher in die Augen springen, wenn die Curve der Neuen Isarkaserne nicht in Folge der successiven Tieferlegung des Grundwasserspiegels sich gewissermaassen auf einer geneigten Abscisse bewegte, wodurch gegenüber der Curve der oberen Stadttheile, deren Abscisse die normale Richtung hat, scheinbare Verschiedenheiten hervortreten. Bei der in den Hauptpunkten übereinstimmenden Bewegung des Grundwassers in den hoch wie in den tief gelegenen Stadttheilen ist es verständlich, warum die Typhusmortalität der gesammten Garnison mit dem Grundwasserstande des Leichenhausbrunnens in Oberwiesenfeld durchgehends so gut harmonirt.

Tafel XVII. Vergleichung des Grundwasserganges von der Neuen Isarkaserne (a) und von Oberwiesenfeld (b).



Von denjenigen, die sich über die scheinbaren Verschiedenheiten des Grundwasserganges in Oberwiesenfeld und in der Neuen Isarkaserne nicht zu beruhigen vermochten, wurde den Vertretern der Grundwasserlehre immer entgegengehalten, dass die Uebereinstimmung des Grundwasserganges in Oberwiesenfeld mit der Gesammtmortalität zur Begründung dieser Lehre noch nicht genüge; es müsse diese Coincidenz auch an den einzelnen Kasernen und insbesondere an der Neuen Isarkaserne mit ihrem vom Fluss abhängigen Grundwasserstande nachgewiesen werden. Diesem Verlangen konnte wie erwähnt bisher nicht Genüge geschehen. Obwohl eine fast 30jährige Harmonie zwischen der Gesammtsumme der Typhustodesfälle in München und dem Grundwassergang ein sehr kräftiges und vollkommen genügendes Argument zum Beweise eines causalen Zusammenhanges zwischen beiden

ist, so musste es doch versucht werden, durch den Nachweis, dass der Grundwassereinfluss auch bei den einzelnen Kasernen besteht, die Gegner aus ihrer letzten Position zu verdrängen. Dieser Nachweis kann geführt werden, wenn man statt der Typhusmortalität im Verhältniss zur Iststärke die Typhusmortalität im

Tafel XVIII. Typhusmortalitäts-Verhältniss.

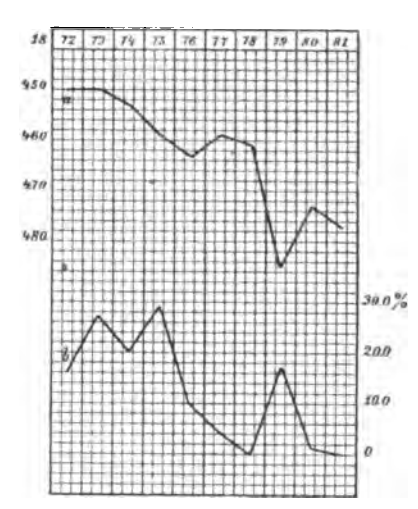
Jahrgang	an Typhus erkrankt	an Typhus gestorben	Verhältniss der Todesfälle zu den Erkrankungen	Jahrgang	an Typhus erkrankt	an Typhus gestorben	Verhältniss der Todesfälle zu den Erkrankungen
	Neue Isarkaserne				Türkenkaserne		
1872	141	23	16,3 %	1872	47	6	12,8 %
1873	63	17	27,0	1873	47	8	17,0
1874	35	7	20,0	1874	203	42	20,7
1875	42	12	28,6	1875	37	7	19,0
1876	39	4	10,3	1876	59	2	3,4
1877	60	3	5,0	1877	133	8	6,0
1878	12	—	—	1878	21	1	5,0
1879	52	9	17,3	1879	53	7	13,2
1880	55	1	1,8	1880	41	2	5,0
1881	1	—	—	1881	8	—	—
	Hofgartenkaserne				Max II - Kaserne		
1872	82	8	9,8	1872	43	5	11,6
1873	35	4	11,4	1873	44	10	22,7
1874	67	17	25,4	1874	14	2	14,3
1875	37	7	19,0	1875	17	1	6,0
1876	16	1	6,2	1876	8	—	—
1877	34	4	11,8	1877	9	1	11,1
1878	20	1	5,0	1878	10	—	—
1879	37	5	13,5	1879	13	—	—
1880	14	2	14,3	1880	9	1	11,1
1881	9	—	—	1881	3	—	—

Verhältniss zu den Erkrankten einsetzt. In Taf. XVIII ist das letztere Verhältniss bei den 4 grösseren Kasernen auseinandergesetzt.

Entwirft man für die Neue Isarkaserne nach Taf. XVI u. XVIII die entsprechenden Curven (s. Taf. XIX), so ergibt sich, dass von 1877 an eine ganz genügende Uebereinstimmung zwischen der Typhus- und Grundwasserbewegung besteht, dass dagegen von 1877 an rückwärts nichts Derartiges zu erkennen ist. Nachdem

einmal die eine Hälfte der Curven sich in Einklang befand, zweifelte ich nicht mehr daran, den richtigen Weg eingeschlagen zu haben, und ich suchte nun nach dem Grunde des fehlenden Einklanges in der anderen Hälfte. Diesen Grund erkannte ich sehr bald in dem Umstand, dass gerade die schweren und maassgebenden Endemien, die in der Neuen Isarkaserne in der ersten Hälfte des Decenniums vorkamen, sehr regelmässig in den letzten Monaten jedes Jahres eingesetzt hatten, während dies in den späteren Jahren weniger ausgeprägt der Fall war. Dadurch, dass ich die Typhusfälle und die Monatsdurchschnitte des Grundwasserstandes nach Kalenderjahren zusammengestellt hatte, waren die einzelnen Endemien aus ihrem natürlichen Zusammenhang gebracht worden, und diese künstliche Zerreissung musste sich aus den vorhin angegebenen Gründen vorzugsweise in den ersten Jahren des Decenniums nachtheilig äussern. Es erschien jedenfalls zweckmässig, eine neue Zusammenstellung unter Zugrundelegung des Jahres von October zu October zu machen. Das ist tabellarisch und graphisch auf Taf. XX durchgeführt. Ein Blick auf die letztere muss jeden Zweifel darüber beseitigen, dass zwischen dem Mortalitätsverhältniss des Typhus (wie ich kurz das Verhältniss der Todesfälle zu den Erkrankungen bezeichnen will) und dem Grundwasser auch für die Neue Isarkaserne ein wirklicher innerer Zusammenhang besteht. Von Zufall kann hier gewiss keine Rede sein, denn die Curven entsprechen sich nunmehr ihrer ganzen Länge nach: jedem Grundwasserthal entspricht ein Typhusberg und jedem Typhusthal ein Grundwasserberg.

Tafel XIX. Grundwasser (a) und Typhusmortalitätsverhältniss (b) nach Kalenderjahren in der Neuen Isarkaserne.



Die Hoffnung, dass das bei der Neuen Isarkaserne Gefundene sich auch bei den andern Kasernen bewähren möchte, war nunmehr eine ganz berechtigte. Für die übrigen grossen Kasernen konnte die Rechnung nach Kalenderjahren beibehalten werden,

Tafel XX. Grundwasser (a) und Typhusmortalitätsverhältniss (b) in der Neuen Isarkaserne von October zu October.

Jahrgang	Grundwasser	an Typhus		Verhältniss der Todesfälle zu den Erkrankungen
		erkr.	gest.	
$18^{71}/_{72}$	458	131	24	18,3 %
$18^{72}/_{73}$	448	91	17	18,7
$18^{73}/_{74}$	446	48	10	20,8
$18^{74}/_{75}$	467	34	10	29,4
$18^{75}/_{76}$	458	30	5	16,6
$18^{76}/_{77}$	462	72	5	7,0
$18^{77}/_{78}$	460	18	—	—
$18^{78}/_{79}$	483	33	4	12,1
$18^{79}/_{80}$	482	75	6	8,0
$18^{80}/_{81}$	476	2	—	—

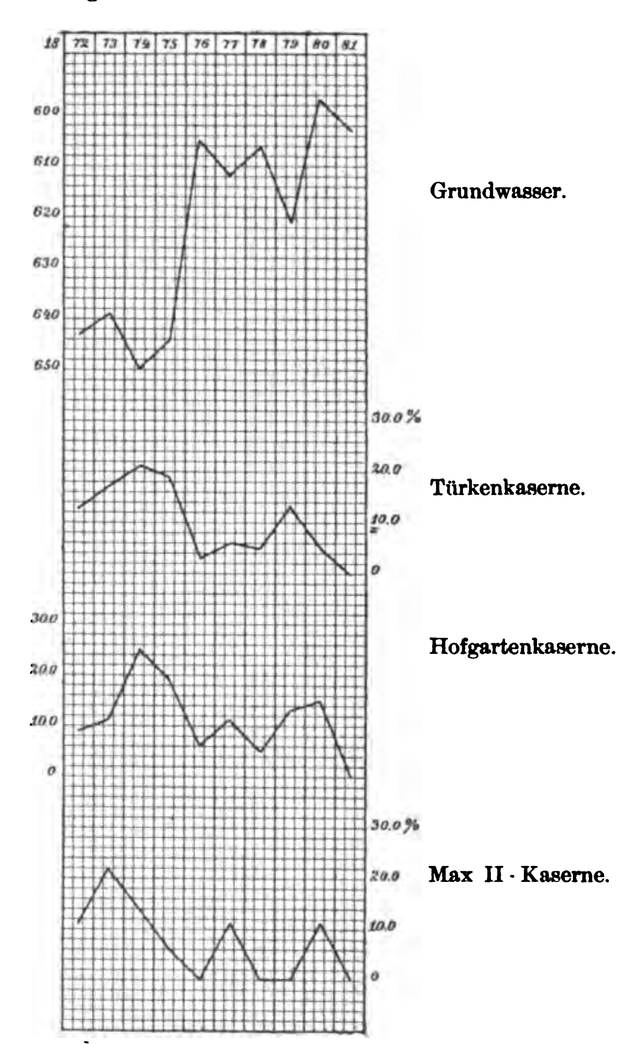
weil ihre Endemien, wie weiter unten noch ausführlicher erörtert wird, so ziemlich innerhalb des Kalenderjahres ablaufen. Ich wende mich zunächst zur Türkenkaserne, deren Grundwasser mit dem von Oberwiesenfeld, wo die Max II-Kaserne liegt, vollkommen parallel geht. Aus Taf. XXI ist ersichtlich, dass auch hier das Typhusmortalitätsverhältniss mit dem Grundwassergange in regelmässigem Antagonismus steht.

Die Hofgartenkaserne, die um eine Terrasse tiefer liegt als die Türkenkaserne hat nach den dort gemachten Messungen eine etwas aparte Grundwasserbewegung. Da ich aber für die Richtigkeit dieser Messungen keine Garantie übernehmen kann, so ist es besser, auch hier den Grundwassergang von Oberwiesenfeld zum Vergleiche zu benutzen. Taf. XXI lässt auch bei dieser Kaserne

die Beziehungen zwischen Typhus und Grundwasser noch ganz passabel erkennen.

Für die Max II-Kaserne kann die Uebereinstimmung nicht mehr als genügend bezeichnet werden. Die Ziffer der Todesfälle ist in dieser Kaserne in den meisten Jahren 0 oder 1, so dass

Tafel XXI. Grundwasser und Typhusmortalitätsverhältniss von Türken-, Hofgarten- und Max II - Kaserne.



die Procentberechnung höchst problematisch wird. Eine glänzende Uebereinstimmung wäre hier geradezu unnatürlich. Das Material der Max II - Kaserne ist bereits so klein, dass es zu dem vorliegenden Zwecke keine Verwendung mehr zulässt. Lehel, Alte Isar- und Salzstadelkaserne müssen aus denselben statistischen Rücksichten ausser Betracht bleiben.

Von den zur Entscheidung über den örtlichen Grundwassereinfluss geeigneten Kasernen ist derselbe also für die Neue Isar- und Türkenkaserne mit voller Bestimmtheit, für die Hofgartenkaserne wenigstens mit Wahrscheinlichkeit nachgewiesen.

Es wurde schon oben erwähnt, dass die Endemien der einzelnen Kasernen zu ungleichen Zeiten beginnen. Es war auch aus den Taf. VII und VIII mitgetheilten Daten bereits zu entnehmen, dass die Typhusfrequenz der Kasernen eine ziemlich verschiedene ist. Auf diese wichtigen Verhältnisse muss nach Erledigung der Grundwasserbeziehungen nunmehr näher eingegangen werden. Ihre Betrachtung führt zur Kenntniss bestimmter örtlicher Eigenthümlichkeiten der Kasernen, welche sich zum Theil als bestimmte Gesetze aussprechen lassen.

Was zuerst den verschiedenen Beginn der Endemien betrifft, so lassen sich die hier obwaltenden Verhältnisse durch einen Blick auf die Morbilitäts- und Mortalitätstafeln XXII bis XXV entnehmen. Aus diesen Tafeln geht hervor, dass die Endemien der Neuen Isarkaserne durchschnittlich im October beginnen, die der Hofgartenkaserne im December, die der Türkenkaserne im Januar und die der Maxkaserne ungefähr um dieselbe Zeit. Die Typhusepidemien beginnen also nicht mit Einem Schlag in der ganzen Stadt, sondern sie beginnen an der Isar und verbreiten sich von da an allmählich landeinwärts. Die höher gelegenen Kasernen kommen erst ein volles Vierteljahr nach der Neuen Isarkaserne an die Reihe. Dementsprechend ist auch das Ende der Epidemien ein verschiedenes. Die Neue Isarkaserne liefert schon im Juni keine todbringenden Typhusfälle mehr; bei der Hofgartenkaserne ist der August ein todfreier Monat, und in der Türkenkaserne sind November und December todfrei, gerade jene Monate, wo in der Neuen Isarkaserne bereits frische Epidemien

Tafel XXII. Neue Isarkaserne.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
	Summe aller vorgekommenen Typhuserkrankungen.											
1872	12	7	13	29	24	7	—	3	1	10	13	22
1873	20	8	10	3	2	—	1	2	—	1	4	12
1874	5	12	6	4	1	2	—	1	—	—	1	3
1875	6	4	9	8	2	—	—	—	1	1	1	10
1876	9	1	3	3	—	—	1	—	1	7	9	5
1877	3	4	10	2	2	8	18	2	2	1	4	4
1878	1	5	3	—	—	—	—	—	—	—	1	2
1879	10	2	2	5	8	3	—	—	—	5	6	11
1880	4	2	2	8	11	13	9	4	—	1	—	1
1881	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Erkrankt	70	45	58	62	50	33	29	12	5	26	40	70
	Typhuserkrankungen mit tödtlichem Ausgang.											
1872	3	2	2	7	5	—	—	—	—	1	1	2
1873	5	3	3	1	1	—	—	—	—	—	—	4
1874	2	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	1
1875	1	2	2	2	1	—	—	—	1	1	1	1
1876	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	1
1877	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1878	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1879	2	—	—	2	—	—	—	—	—	2	2	1
1880	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1881	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gestorben	16	9	10	13	8	—	—	—	1	4	5	10

Tafel XXIII. Hofgartenkaserne.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
	Summe aller vorgekommenen Typhuserkrankungen.											
1872	15	17	13	9	6	10	—	1	2	2	—	7
1873	4	5	9	3	1	6	2	—	—	1	—	4
1874	11	21	10	8	6	4	2	—	—	—	3	2
1875	7	6	—	4	2	2	—	1	4	4	1	6
1876	3	—	—	—	2	1	1	3	2	—	1	3
1877	2	—	1	—	—	4	7	7	3	5	3	2
1878	3	2	1	1	2	1	1	2	4	2	—	1
1879	—	1	2	—	16	6	1	5	2	2	1	1
1880	—	—	—	1	—	1	2	1	2	5	1	1
1881	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	5	2
Erkrankt	45	52	36	26	35	35	17	20	19	22	15	29
	Typhuserkrankungen mit tödtlichem Ausgang.											
1872	2	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	2
1873	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1
1874	3	5	3	4	1	1	—	—	—	—	—	—
1875	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
1876	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1877	—	—	—	—	—	1	2	—	1	—	—	—
1878	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
1879	—	1	—	—	3	1	—	—	—	—	—	—
1880	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
1881	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gestorben	10	8	6	7	4	3	2	—	2	2	—	5

Tafel XXIV. Türkenkaserne.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
	Summe aller vorgekommenen Typhuserkrankungen.											
1872	1	8	6	7	3	9	5	1	1	2	1	3
1873	6	4	9	2	1	1	5	4	4	6	—	5
1874	18	34	38	30	22	21	8	23	4	1	2	2
1875	5	2	2	2	2	7	4	2	3	4	3	1
1876	2	8	2	7	3	5	14	8	2	3	3	2
1877	—	1	1	8	10	19	26	30	27	3	3	5
1878	2	2	2	3	3	1	1	2	3	—	1	1
1879	—	2	3	4	15	4	1	7	7	4	4	2
1880	4	4	1	5	10	1	4	1	2	1	2	6
1881	—	2	—	—	—	1	—	2	—	2	1	—
Erkrankt	38	67	64	68	69	69	68	80	53	26	20	27
	Typhuserkrankungen mit tödtlichem Ausgang.											
1872	—	2	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—
1873	—	1	1	—	—	—	1	2	1	2	—	—
1874	7	7	11	4	5	5	—	3	—	—	—	—
1875	1	1	1	—	1	2	1	—	—	—	—	—
1876	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
1877	—	1	—	—	—	3	2	2	—	—	—	—
1878	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
1879	—	1	—	1	3	1	—	1	—	—	—	—
1880	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1881	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gestorben	9	14	14	7	9	13	6	8	1	2	—	—

Tafel XXV. Max II-Kaserne.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
	Summe aller vorgekommenen Typhuserkrankungen.											
1872	6	14	4	6	5	2	—	3	—	1	1	1
1873	1	—	15	7	16	1	1	—	—	1	—	2
1874	3	—	5	3	—	1	—	1	—	—	—	1
1875	4	1	5	4	1	—	1	1	—	—	—	—
1876	1	1	—	—	—	—	—	1	—	1	1	3
1877	1	1	1	1	1	—	—	—	1	2	1	—
1878	2	—	1	2	—	—	—	1	1	1	1	1
1879	1	1	1	—	4	—	—	—	2	3	1	—
1880	1	1	1	—	2	—	—	1	1	2	—	—
1881	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2
Erkrankt	20	19	33	23	29	4	2	8	5	12	5	10
	Typhuserkrankungen mit tödtlichem Ausgang.											
1872	—	1	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—
1873	—	—	5	—	4	—	—	—	—	—	—	1
1874	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1875	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1876	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1877	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
1878	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1879	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1880	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1881	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gestorben	3	1	8	1	5	—	—	—	—	1	—	1

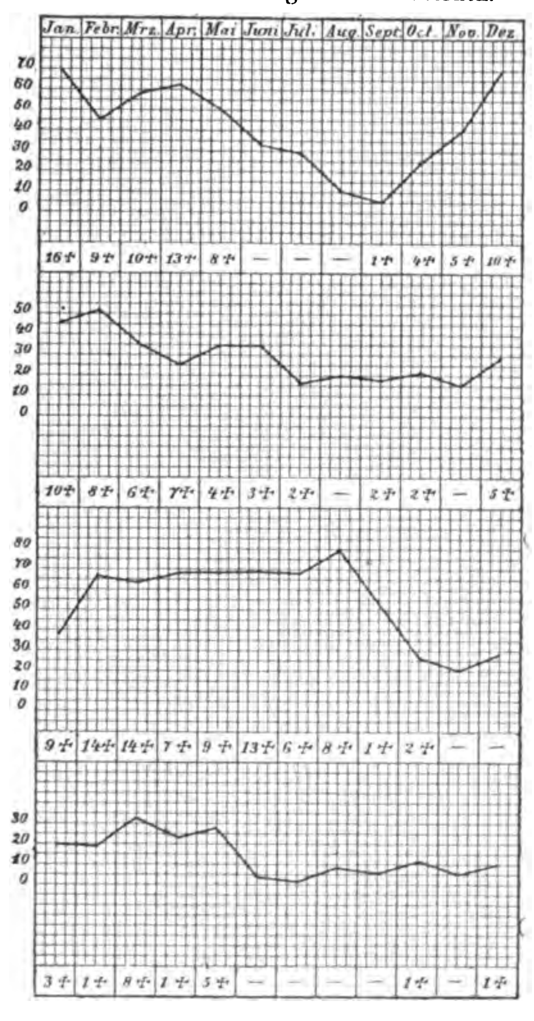
in vollem Zuge zu sein pflegen. Die Eigenthümlichkeiten der Verlaufsweise der Endemien in den einzelnen Kasernen ist am besten aus den Curven auf Taf. XXVI ersichtlich.

Die regelmässige Reihenfolge im Befallenwerden der einzelnen Kasernen macht es unmöglich sich vorzustellen, dass die Endemien bloss durch zufällige Ereignisse wie Leckwerden von Abtrittgruben mit Verunreinigung benachbarter Brunnen oder durch Einschleppung von Ansteckungsstoffen veranlasst werden. Der gesetzmässige Gang, den die hiesigen Beobachtungen beim Typhus nachgewiesen haben, zwingt zu dem Schlusse, dass dabei zufällige Einflüsse keine hervorragende Rolle spielen können.

Das successive Befallenwerden der Kasernen könnte man versucht sein mit dem Trinkwasser in Zusammenhang zu bringen, wenn die später ergriffenen Kasernen niedriger lägen als die zuerst befallenen, so dass verunreinigtes Grundwasser von den ersteren zu den letzteren gelangen würde. Für München ist diese Annahme ausgeschlossen, denn der Typhus verbreitet sich bergaufwärts.

Dass die Verschleppung von Ansteckungsstoffen bei der Ausbreitung des Typhus über das Stadtgebiet eine Rolle spielt, ist wohl nicht zu bezweifeln; nur muss man die Thatsache im Auge behalten, dass die Ansteckungsstoffe nicht zu allen Zeiten wirksam sind. Dieselben werden wahrscheinlich das ganze Jahr hindurch, solange nämlich irgendwo in der Stadt Typhusherde bestehen, in die Kasernen hineingebracht, aber die Kasernenbewohner inficiren sich an denselben nur zu gewissen Zeiten. Die einzelnen Oertlichkeiten müssen innerlich vorbereitet sein, um die Ansteckungsstoffe aufzunehmen. Wo diese Vorbereitung fehlt, verhalten sich die Ansteckungsstoffe harmlos. Die Oertlichkeiten haben wie die Individuen ihre Disposition. Manche sind so glücklich, dem Typhusansteckungsstoff zu allen Zeiten zu trotzen, andere zeigen eine mehr oder weniger grosse Invasionsschwäche, aber selbst die allerschwächsten, zu denen die meisten Punkte des Münchner Gebietes gehören, besitzen wenigstens kurze Perioden der Immunität. Da die Kasernen ihre Rekruten zu gleicher Zeit bekommen und da die Bewohner sämmtlicher Kasernen aus ganz gleichen Antheilen junger und alter Mannschaft zusammengesetzt

sind, so kann das successive Befallenwerden der Kasernen nicht in Eigenthümlichkeiten der Bewohner, sondern nur in Eigenthümlichkeiten des Bodens gesucht werden. Der Boden der Kasernen wird zu ungleicher Zeit reif für die Entwicklung von Ansteckungsstoffen.



Tafel XXVI. Durchschnittlicher Verlauf der Typhus-Endemien in den vier grösseren Kasernen.

Mit diesen Münchner Resultaten von der absoluten Nothwendigkeit der Annahme einer örtlichen Disposition für die Aufnahme von Ansteckungsstoffen stimmen auch einzelne auswärtige Beobachter überein. Die Mehrzahl der letzteren weiss davon freilich nichts. Es liegt dies nicht etwa in der verschiedenen Natur der Epidemien, sondern in der verschiedenen Natur der Beobachtungen. Während die Münchner Beobachtungen Jahr aus Jahr ein ohne Unterbrechung fortgeführt werden, also einen permanenten Registrirapparat darstellen, begnügt man sich anderwärts gewöhnlich mit höchst fragmentarischen, kurzen und hastigen Beobachtungen. Wie alles Fragmentarische führen kurze Beobachtungen eher zur Verwirrung als zur Aufklärung,

und es ist daher gar nicht zu verwundern, dass dabei die Hauptsache regelmässig übersehen und auf Nebensachen ein ungebührliches Gewicht gelegt wird. Das einzige Schutzmittel gegen voreilige Schlüsse ist gründliche und lange fortgesetzte Beobachtung. Diesen obersten Grundsatz der exacten Naturwissenschaften auf die Epidemiologie übertragen zu haben, bleibt das unbestreitbare Verdienst der Münchner Schule. Wenn auch alle Punkte der Pettenkofer'schen Lehren sich mit der Zeit als falsch herausstellen sollten, was schwerlich der Fall sein wird, eines müssen die Widersacher der Münchner Schule unbedingt anzunehmen sich bequemen, wenn sie Anspruch auf Wissenschaftlichkeit machen wollen: die Münchner Methode der epidemiologischen Beobachtung. —

Tafel XXVII. Typhusmorbilität im Verhältniss zur Iststärke.

Kasernen	Mittlere Iststärke	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	Sa.	per 1000 Mann per annum
Neue Isark.	714	141	63	35	42	39	60	12	52	55	1	500	70,0
Alte Isark.	217	42	14	8	15	13	21	3	18	—	—	134	61,8
Hofgartenk.	687	82	35	67	37	16	34	20	37	14	9	351	51,1
Türkenk.	2115	47	47	203	37	59	133	21	53	41	8	649	30,7
Lehelk.	397	22	8	11	—	2	9	5	8	6	3	74	18,6
Max II - K.	1698	43	44	14	17	8	9	10	13	9	3	170	10,0
Salzstadel	241	9	—	1	—	—	2	1	1	1	—	15	6,2
Summa	6069	386	211	339	148	137	268	72	182	126	24	1893	31,2

Tafel XXVIII. Typhusmortalität im Verhältniss zur Iststärke.

Kasernen	Mittlere Iststärke	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	Sa.	per 1000 Mann per annum
Neue Isark.	714	23	17	7	12	4	3	—	9	1	—	76	10,6
Alte Isark.	217	7	—	1	2	2	3	—	1	—	—	16	7,4
Hofgartenk.	687	8	4	17	7	1	4	1	5	2	—	49	7,1
Türkenk.	2115	6	8	42	7	2	8	1	7	2	—	83	3,9
Lehelk.	397	6	3	2	—	—	—	—	—	—	—	11	2,8
Max II - K.	1698	5	10	2	1	—	1	—	—	1	—	20	1,2
Salzstadel	241	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa	6069	55	42	71	29	9	19	2	22	6	—	255	4,2

Eine weitere örtliche Eigenthümlichkeit liegt, wie erwähnt, in der Frequenz und Schwere der Typhuserkrankungen in den

verschiedenen Kasernen, worüber die Taf. XXVII u. XXVIII Aufschluss geben.

Es ist gewiss in hohem Grade überraschend, dass auf einem relativ so kleinen Gebiete, wie das der Stadt München ist, der Typhus in so ausserordentlich verschiedener Häufigkeit auftritt, dass an dem einen Orte 6 ‰, am andern 70 ‰ erkranken. Man kann in der That in München so unangefochten vom Typhus leben, wie in irgend einer der typhusärmeren Städte, wenn man gewisse Stadttheile zu vermeiden in der Lage ist. Um dem Typhus auszuweichen, braucht man nicht weit zu fliehen; man kann hart an den Grenzen eines Typhusherdes verweilen, ohne sich einer besonderen Gefahr auszusetzen.

Aus Taf. XXVII ergibt sich das interessante Verhältniss, dass bei den 4 grösseren Kasernen bezüglich der Typhusfrequenz dieselbe Reihenfolge besteht, die schon oben bezüglich des Beginnes der Endemien nachgewiesen wurde. Es treffen nämlich auf:

Neue Isarkaserne	70,0 ‰	Erkrankungen
Hofgartenkaserne	51,1	»
Türkenkaserne	30,7	»
Max II - Kaserne	10,0	»

Derselben regelmässigen Progression begegnet man auch bei der Mortalität (Taf. XXVIII) nämlich:

Neue Isarkaserne	10,6 ‰	Todesfälle
Hofgartenkaserne	7,1	»
Türkenkaserne	3,9	»
Max II - Kaserne	1,2	»

Ganz dieselbe Regelmässigkeit der Abnahme zeigt sich endlich auch beim Verhältniss der Typhusmortalität zur Typhusmorbilität (Taf. XXIX). Dasselbe beträgt für

Neue Isarkaserne	15,2 %
Hofgartenkaserne	13,9
Türkenkaserne	12,8
Max II - Kaserne	11,7

Der Typhus tritt also in der Nähe der Isar nicht nur früher auf als in den oberen Stadttheilen, sondern auch massenhafter und schwerer. Mit der Entfernung von der Isar tritt der Typhus allmählich später auf, und seine Anfälle werden spärlicher und leichter. Wer bloss Typhuskranke in den oberen Stadttheilen

zu behandeln hat, erfreut sich grosser therapeutischer Vortheile über die Praktiker in der Nähe der Isar. Die ersteren arbeiten durchschnittlich mit 11,7, die letzteren mit 15,2 % Verlust. Die

Tafel XXIX. Typhusmortalität im Verhältniss zur Typhusmorbilität.

Kasernen	Typhus 1872—1881		%
	Morbilität	Mortalität	
Neue Isark.	500	76	15,2
Alte Isark.	134	16	12,0
Hofgartenk.	351	49	13,9
Türkenk.	649	83	12,8
Lehelk.	74	11	14,8
Max II-K.	170	20	11,7
Salzstadelk.	15	—	—
Summa	1893	255	13,4

Aerzte der oberen Stadttheile könnten also mit Leichtigkeit eine Statistik aufstellen, durch welche die Superiorität ihrer Therapie scheinbar unwiderleglich dargethan würde, und doch wäre in Wirklichkeit mit dieser Statistik absolut nichts bewiesen, wofern sich die beiderseitigen Resultate nur in dem Verhältniss von 11 : 15 von einander unterschieden. Wenn sich nun 2 Theile einer und derselben Stadt nur mit den grössten Cautelen und mit vollständiger Kenntniss aller influirenden Factoren bezüglich der therapeutischen Resultate miteinander vergleichen lassen, so muss die Gewohnheit mancher Praktiker recht bedenklich erscheinen, die Heilerfolge weit entfernt liegender Punkte, etwa von München und Königsberg, ohne Weiteres miteinander zu vergleichen und aus dem Resultat der Vergleichung den Schluss zu ziehen, dass an dem einen Ort besser, an dem andern schlechter kurirt wird. Die Statistik ist die Lehrerin der Wahrheit, wenn sie mit der nöthigen Umsicht und Gründlichkeit betrieben wird, in ungeübten Händen führt sie zu lauter Trugschlüssen.

Weiteren örtlichen Eigenthümlichkeiten der Kasernen suchte ich dadurch auf die Spur zu kommen, dass ich die in denselben vorgekommenen Typhusfälle nach Zimmern ordnete. Ich glaubte, dass vielleicht die Kasernen in ihren einzelnen Theilen eine verschiedene Typhusproductivität erkennen lassen möchten, doch es

bestätigten sich diese Erwartungen in keiner sehr deutlichen Weise. Wenn auch in manchen Jahrgängen bestimmte Theile einer Kaserne auffallend stark oder auffallend wenig zu leiden hatten, so glich sich dies doch meist nach längerer Zeit wieder aus. Zimmer, die während der ganzen zehnjährigen Periode typhusfrei geblieben sind, gibt es in Alter und Neuer Isarkaserne, sowie Hofgarten- und Lehelkaserne gar nicht, in der Türkenkaserne sind es nur ganz wenige und erst in der Maxkaserne steigt deren Zahl ein wenig höher.

Die Einzeichnung der Typhusfälle in die Kasernzimmer ist auch zur Entscheidung der Frage benutzt worden, ob die in der Nähe von Abtritten gelegenen Zimmer etwa mehr zu leiden hätten als andere. Nach landläufiger Annahme hätte man vermuthen sollen, dass da, wo die Abtrittgerüche am lästigsten empfunden werden, auch die grösste Disposition zu Erkrankungen bestehen müsse. Man hätte jedoch nur dann ein Recht, aus der Häufung der Typhusfälle in der Nähe von Abtritten einen Schluss auf die Schädlichkeit der letzteren zu ziehen, wenn diese Häufung mit einer gewissen Constanz aufgetreten wäre. Einzelnen Vorkommnissen dieser Art hätte eine beweisende Kraft für die Abtritttheorie deshalb nicht beigemessen werden können, weil der Typhus es liebt, in Gruppenform aufzutreten, und weil eine solche Gruppe recht gut einmal auf die Nähe eines Abtrittes fallen kann, ohne dass gerade der Abtritt daran Schuld ist. Nun ist es gewiss höchst überraschend, dass ein solches Ereigniss während 10 Jahren in sämmtlichen Kasernen nicht ein einziges Mal vorgekommen ist, wenn man nicht einen Fall aus der Türkenkaserne vom Jahre 1874 hierher rechnen will.

Wie aus dem beiliegenden Kasernplan Taf. XXX zu ersehen ist, war das Jahr 1874 für die Türkenkaserne ein ausserordentlich schweres Typhusjahr. Massenhafte Erkrankungen und Todesfälle, den Verlusten einer schweren Schlacht vergleichbar, ereigneten sich daselbst in dem genannten Jahre. Trotz der Heftigkeit der Invasion zeigt sich die Kaserne keineswegs gleichmässig mit Typhus überzogen, sondern lässt ausgesprochene Gruppenbildungen erkennen. Besonders in der zweiten Etage fallen auf den ersten

Blick 2 Gruppen in die Augen, die den Seitentheilen der Kaserne angehören, während der Mittelbau relativ verschont geblieben ist. Die bösartigste, d. h. durch die meisten Todesfälle ausgezeichnete Gruppe tritt aber in der 1. Etage zwischen den Zimmern 197 und 209 hervor, und diese Gruppe hat nun wirklich in ihrer Mitte einen Abtritt, der hinter dem Zimmer 203 liegt, von der Zimmerreihe durch den das ganze Gebäude durchziehenden Corridor getrennt.

Dieser Fall erregte seiner Zeit grosses Aufsehen und wurde sofort im Sinne der Abtritttheorie gedeutet, was daraus zu erklären ist, dass die Zimmer oberhalb und unterhalb dieser Typhusgruppe von Angehörigen eines andern Regiments bewohnt wurden, und dass den die Typhusgruppe beobachtenden Aerzten das Verhalten der andern Etagen daher unbekannt war. Hätten sie dieses letztere gekannt, so wären sie zu ganz entgegengesetzten Schlussfolgerungen gelangt. Da nämlich das Erdgeschoss und die 2. Etage gerade in der Umgebung des inkriminirten Abtrittes auffallend wenig Typhus producirten, so kann der Abtritt, der durch alle 3 Etagen hindurchgeht und überall gleich unbehindert seine Emanationen abgibt, an den Typhusereignissen der ersten Etage unmöglich Schuld sein.

Aus diesem Beispiele dürften sich jene eine Warnung entnehmen, die gewöhnt sind, ihre ätiologischen Beobachtungen auf engsten Gebieten anzustellen, ohne darnach zu fragen, was ausserhalb ihres Beobachtungskreises vor sich geht. Die Schlüsse, die aus den Erfahrungen eines einzelnen Praktikers gezogen werden, sind meistens höchst unsicher.

Die epidemiologische Beobachtung kann nur auf breiter Basis mit Erfolg betrieben werden; sie setzt ein grösseres Material voraus, als dem einzelnen Arzte zur Verfügung zu stehen pflegt. Ein Standpunkt, welcher Rundblick, Weitblick, Ueberblick gestattet, ist neben der Ausdauer im Beobachten ein Hauptschutzmittel vor ätiologischen Irrthümern. Der fähigste Kopf kann mit zu kleinem Material nichts ausrichten. Die Epidemiologie kann sich erst dann normal entwickeln, wenn auch dieser Grundsatz zur allgemeinen Anerkennung gekommen ist.

Der Anerkennung dieses Grundsatzes steht vorderhand noch die falsche Meinung im Wege, dass derjenige, welcher den Ereignissen am nächsten steht, also gerade der praktische Arzt, der competenteste Beurtheiler dieser Ereignisse sein müsse, denn er sieht ins Detail hinein, und dieses ist es ja, welches heutzutage die ganze Medicin beherrscht. Die Medicin hat über ihren vortrefflichen Detailstudien die grossen Gesichtspunkte beinahe fürchten gelernt. Dass ein Vortheil darin liegen könne, das Beobachtungsmaterial der einzelnen Praktiker in ein Ganzes zusammenzufassen und auf diese Weise sowohl der detaillirten als der summarischen Betrachtung der Dinge ihr Recht widerfahren zu lassen, wird nur von Wenigen zugegeben. Die Medicin befindet sich in dem Zustande der schädlichsten Kleinstaaterei: Jeder einzelne Praktiker erklärt sich für souverän, und beansprucht das Recht, in seinem Duodezgebiete auf eigne Faust Epidemiologie zu treiben.

Die Schlüsse, die aus den Beobachtungen eines einzelnen Praktikers gezogen werden, haben nur dann einen Werth, wenn der epidemische Ausbruch in das Beobachtungsgebiet desselben ganz oder wenigstens zum grössten Theile hineinfällt. Bei epidemischen Ausbrüchen, die sich über das Beobachtungsgebiet mehrerer oder vieler Praktiker erstrecken, ist der einzelne Arzt, trotzdem er unmittelbar vor den Ereignissen steht, nicht mehr der competente Beurtheiler der Epidemien, denn diese lassen sich an kleinen Bruchstücken so wenig studiren, wie irgend ein anderer Gegenstand der sinnlichen Wahrnehmung. Man muss die Bruchstücke zusammensetzen, um ein richtiges Bild von der Sache zu bekommen und zu diesem Zwecke muss Jeder das Bruchstück, das er in Besitz hat, bereitwillig hergeben. Wenn die Aerzte epidemiologisch Richtiges leisten wollen, so müssen sie sich in grössere Gruppen zusammenschliessen und das gesammte Beobachtungsmaterial einer jeden Gruppe entweder gemeinschaftlich verwerthen oder von einem besonders dazu bestellten Statistiker verwerthen lassen.

Was in Bezug auf die Abtrittemanationen beim Typhus gilt, das trifft auch für die Cholera zu, die in den Jahren 1873 und 74

Tafel XXXI. Typhusfrequenz im Vergleich zur Belegungsdichte.

Cubikmeter Luftraum pro Mann	Jährliche Zahl der Typhusfälle auf 100 Bewohner berechnet
Max II-Kaserne Flügel B	
16	1,7
17	1,4
18	1,2
19	1,2
20	0,7
21	1,4
22	0,0
23	3,1
24	2,5
25	0,8
27	1,0
29	2,0
30	0,0
32	1,1
Max II-Kaserne Flügel D	
17	0,7
18	1,5
19	1,4
20	0,7
21	1,4
22	1,4
24	0,8
25	0,3
26	0,5
27	1,0
28	4,0
30	2,0
33	2,2
35	2,2
Neue Isarkaserne	
17	9,2
18	8,7
19	8,5
20	7,1
21	7,5
22	13,3
Alte Isarkaserne	
11	8,5
14	8,0
15	6,6
16	6,9
17	2,8
21	5,7
25	6,7

Cubikmeter Luftraum pro Mann	Jährliche Zahl der Typhusfälle auf 100 Bewohner berechnet
Türkenkaserne	
14	2,6
15	3,5
16	3,2
17	3,2
18	3,0
19	2,8
20	4,4
21	2,0
22	4,6
23	4,7
24	2,6
25	4,2
26	1,6
29	4,2
34	13,9
Hofgartenkaserne	
16	7,1
17	5,2
18	6,0
19	4,7
20	4,7
21	6,0
22	5,4
23	8,3
24	1,4
25	2,0
27	5,0
28	1,4
31	7,1
33	6,7
37	3,3
39	8,3
42	6,0
47	4,0
53	2,5
Lehelkaserne	
13	3,2
15	2,2
16	2,5
17	2,0
18	1,3
20	4,8
22	2,5
Salzstadel	
16	0,5

in den Münchner Kasernen auftrat [1]). Keine dieser beiden Krankheiten hat mit den Abtritten irgend etwas zu schaffen. Ich mache natürlich einen Unterschied zwischen der Verunreinigung der Luft, welche durch die Abtritte erzeugt wird, und zwischen der Verunreinigung des Bodens mittels Abtrittjauche. Die Bodenverunreinigung möchte ich nicht für etwas Gleichgültiges betrachten.

Neben den Ermittlungen über die Herkunft der Typhusfälle aus den einzelnen Kasernzimmern wurde auch gleichzeitig der jeweiligen Belegung der letzteren fortlaufende Aufmerksamkeit geschenkt. Von jedem der nahezu 400 Kasernzimmer der hiesigen Garnison wurde monatlich, also im Ganzen 120 mal die Belegung aufgezeichnet. Die Resultate der Vergleichung zwischen Belegungsdichte und Typhusfrequenz können nur im Auszug wiedergegeben werden (s. Taf. XXXI).

Nach den Ergebnissen dieser Vergleichung ist es schlechterdings unmöglich, der Belegungsdichte einen Einfluss auf die Typhusfrequenz zuzuerkennen. Gerade die höheren Procentzahlen des Typhus treffen wiederholt auf die am wenigsten dicht belegten Räume. Dass die Luft in den Kasernzimmern weit entfernt ist, den erwünschten Grad von Reinheit zu besitzen, dass sie besonders zur Nachtzeit eine höchst widerliche Atmosphäre darstellt, soll ja nicht geläugnet werden; aber das Anthropotoxin, das in ihr angehäuft ist, macht keinen Typhus und scheint ihn nicht einmal zu begünstigen. Der Salzstadel mit seinen überaus niedrigen Räumen und kleinen spärlichen Fenstern hat vielleicht von allen Kasernen die schlechteste Luft, seine Typhusproduction ist trotzdem die geringste.

Ein weiterer Punkt, der für das örtliche Verhalten des Typhus von Belang sein könnte, ist die Trinkwasserangelegenheit. Das Trinkwasser der Kasernen hat in den abgelaufenen 10 Jahren eine merkwürdige Constanz seiner Zusammensetzung gezeigt. In typhusschweren und typhusarmen Jahren war das Trinkwasser chemisch immer das gleiche. Dass eine Communication des

1) Ueber das Verhalten der Cholera in den Münchner Kasernen s. den Bericht der Reichs-Cholera-Commission.

Trinkwassers zwischen den Kasernen im Sinne der Typhusausbreitung nicht stattfindet, wurde schon erwähnt. Merkwürdig ist jedenfalls der Umstand, dass unsere typhusreichen Kasernen das

Tafel XXXII. Trinkwasserbeschaffenheit der Münchner Kasernbrunnen.
(Gramme in 100000 Wasser)

Kasernen	Verdampf-ungs-Rückstand	Organische Stoffe	Salpeter-säure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Schwefel-säure	Chlor
Max II-K.	60 — 77	2,5 — 6,0	5,0 — 7,0	Spuren	Spuren	6,0 — 8,0	2,8 — 3,6
Türkenk.	47 — 72	1,8 — 2,8	7,0 — 9,0	ohne	ohne	5,0 — 8,0	2,8 — 3,5
Salzstadel	60 — 63	1,8 — 2,0	5,0	»	»	7,0	2,4 — 2,6
Hofgartenk.	27 — 45	2,5 — 5,0	3,3 — 5,8	»	»	5,2 — 6,0	2,1 — 2,4
Lehelk.	50 — 58	5,0 — 5,6	3,1 — 3,5	»	»	5,2 — 5,8	1,7 — 2,1
Neue Isark.	28 — 35	1,1 — 4,1	0,6 — 3,8	»	»	3,2 — 4,0	1,0 — 1,8
Alte Isark.	20 — 29	1,0 — 3,0	0,1 — 0,2	»	»	2,4 — 3,8	0,8

beste, die typhusarmen das schlechtere Trinkwasser besitzen. Leider kann das umfangreiche Material, das über diesen Punkt gesammelt wurde, nicht abgedruckt werden. Ich muss mich darauf beschränken, auf Taf. XXXII die Grenzen anzugeben, innerhalb deren sich die Brunnen der einzelnen Kasernen gehalten haben.

Untersuchungen über den Grad der Bodenverunreinigung sind wegen der grossen Kosten, die sie verursachen, bisher nur bei 3 Kasernen durchgeführt worden, nämlich bei der Alten und Neuen Isarkaserne und bei der Türkenkaserne. An diesen 3 Punkten wurden je mehrere Schachte bis auf das Grundwasser hinabgetrieben, theils im Innern der Gebäude, theils in ihrer Umgebung. Die Bodenproben, die den verschiedenen Tiefen entnommen waren, wurden mit destillirtem Wasser ausgezogen und der Auszug nach denselben Richtungen untersucht, die für das Trinkwasser im Gebrauch sind. In den beiden Isarkasernen zeigte sich der Boden sehr verunreinigt und insbesondere reich an Salpetersäure. Der Boden der Türkenkaserne wurde erheblich reiner befunden. Soweit die Untersuchungen reichen, ist der Gedanke, dass die Bodenverunreinigung eine Rolle in der Typhusätiologie spielt, nicht von der Hand zu weisen. Es ist möglich, dass gerade in ihr ein Theil jener Eigenthümlichkeiten begründet

ist, welche die Statistik für die einzelnen Kasernen nachgewiesen hat. Die weitere Aufklärung derselben muss künftigen Untersuchungen überlassen bleiben.

B. Beobachtungen über Witterungskrankheiten.

Zu diesen rechne ich die Lungenentzündungen, Brustfellentzündungen und Gelenkrheumatismen, welche trotz ihres möglicherweise infectiösen Charakters so auffallende Beziehungen zur Witterung bemerken lassen, dass die Bezeichnung Witterungskrankheiten nicht wohl zu beanstanden ist. Diese Krankheitsgruppe bildet mit Typhus und event. Wechselfieber und Ruhr den eigentlichen Stock der Armeekrankheiten; sie geben in ihrer Gesammtheit das klarste Bild von den Salubritätsverhältnissen einer Garnison.

Localistisch wurden die Witterungskrankheiten erst seit 1879 verfolgt: die früheren Erkrankungen an denselben von 1873 an sind nicht nach Kasernen ausgeschieden worden. Unvollständig, wie die Beobachtungen also noch sind, können sie für dieses Mal auch nur eine flüchtige Besprechung finden.

Das Resultat, das aus der Prüfung des gesammelten Materials sich ergibt, lautet dahin:

1. dass die genannten Krankheiten in den verschiedenen Jahrgängen nicht nur eine sehr verschiedene Frequenz, sondern auch eine verschiedene Schwere zeigen, welch' letztere bei den Lungen- und Brustfellentzündungen an den Todesfällen, beim Gelenkrheumatismen an der Zahl der Ungeheilten bemessen wurde;

2. dass bei Lungen- und Brustfellentzündungen die Schwankungen im Wesentlichen gleichartig erfolgen, während die Gelenkrheumatismen abweichende Schwankungen zeigen;

3. dass die Frequenzschwankungen innerhalb eines Jahres ihre Abhängigkeit von der Witterung dadurch verrathen, dass sie in den Wintermonaten sich vermehren, in den Sommermonaten mehr oder weniger stark zurücktreten;

4. dass sie nicht in gleichmässiger Verbreitung über die Garnison auftreten, sondern in einzelnen Kasernen entschieden prävaliren.

Tafel XXXIII. Lungenentzündungen.

	Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Febr.		März		April		Mai		Juni		Juli		Aug.		Sept.		Summe der Erkrankungen	Summe der Todesfälle	Mortalitäts-Verhältniss
	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†			
1873/74	1	—	7	—	14	1	6	1	3	—	6	—	7	—	12	1	5	1	1	—	2	1	1	—	65	5	7,7 %
1874/75	2	—	4	1	7	1	16	2	13	—	16	1	17	—	15	—	6	—	—	—	2	—	—	—	98	5	5,1
1875/76	1	—	7	—	17	2	10	—	12	—	11	—	10	1	10	—	8	—	—	—	1	—	1	—	88	3	3,4
1876/77	3	—	20	1	14	—	18	1	20	—	22	—	18	1	9	—	5	—	2	—	4	—	5	—	140	3	2,1
1877/78	2	—	7	—	7	1	11	1	14	—	9	—	9	—	10	—	5	1	2	—	1	—	1	—	78	3	3,8
1878/79	2	—	3	—	3	—	14	—	21	2	24	3	17	—	31	2	10	1	3	1	2	—	—	—	130	9	7,0
1879/80	—	—	10	1	12	1	24	4	31	3	34	1	11	—	6	—	6	—	1	—	1	—	1	—	137	10	7,3
1880/81	2	—	9	—	17	—	24	—	18	2	15	—	16	1	15	1	6	—	5	—	4	—	3	—	134	4	3,0
	13	—	67	3	91	6	123	9	132	7	137	5	105	3	108	4	51	3	14	1	17	1	12	—	870	42	4,8

Tafel XXXIV. Brustfellentzündungen.

	Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Febr.		März		April		Mai		Juni		Juli		Aug.		Sept.		Summe der Erkrankungen	[illegible]	Mortalitäts-Verhältniss
	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†	erkrankt	†			
1873/74	—	—	3	—	3	—	2	—	2	—	5	2	6	—	5	1	6	—	—	—	2	—	—	—	34	3	8,8 %
1874/75	—	—	—	—	4	—	1	—	11	1	3	—	7	1	3	—	1	—	1	—	4	—	—	—	35	2	5,7
1875/76	2	—	2	—	6	—	3	—	7	—	8	1	1	—	5	—	1	—	1	—	1	—	3	—	40	1	2,5
1876/77	—	—	2	1	2	1	2	—	3	1	5	1	6	—	3	—	3	—	1	—	—	—	1	—	28	4	14,3
1877/78	—	—	4	1	1	—	—	—	5	—	1	—	3	—	3	—	1	—	1	—	7	—	—	—	26	1	3,8
1878/79	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	1	5	3	3	1	1	—	—	—	1	—	1	—	16	5	31,2
1879/80	—	—	4	2	1	—	4	2	12	5	6	3	3	—	1	—	2	—	4	—	2	—	2	—	41	12	29,3
1880/81	2	1	4	—	1	—	4	—	4	—	5	—	3	—	3	—	4	—	1	—	2	—	—	—	33	1	3,0
	5	1	21	4	18	1	16	2	44	7	35	8	34	4	26	2	19	—	9	—	19	—	7	—	253	29	11,5

Tafel XXXV. Gelenkrheumatismen.

	Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Febr.		März		April		Mai		Juni		Juli		Aug.		Sept.		Summe der Erkrankungen	Verlust-Summe		Verlust-Verhältniss
	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt	erkrankt	ungeheilt		ungeheilt	†	
1873/74	2	—	1	1	3	—	6	—	7	—	10	1	5	—	8	—	3	—	5	1	1	1	1	—	52	4	—	7,7 %
1874/75	1	—	1	—	—	—	10	1	16	1	15	1	8	—	7	2	7	1	1	—	1	—	2	—	69	5	1	8,7
1875/76	1	—	9	—	7	—	26	5	20	5	20	1	13	—	8	1	4	—	4	—	7	2	3	—	122	14	—	11,5
1876/77	—	—	5	1	9	—	12	1	18	—	6	—	8	—	8	—	6	2	2	—	2	—	1	1	77	4	1	6,5
1877/78	1	—	3	—	10	3	17	2	21	3	15	2	8	1	14	—	4	1	5	—	7	1	1	—	106	13	—	12,2
1878/79	2	1	3	—	8	1	7	—	12	—	19	—	15	1	11	—	11	1	4	1	—	—	2	—	94	5	—	5,3
1879/80	3	—	3	2	8	1	15	4	7	—	11	—	20	1	11	1	7	—	4	1	1	1	2	—	92	11	—	12,0
1880/81	—	—	2	—	4	1	27	7	25	6	22	—	18	1	16	—	7	1	7	—	1	—	4	1	133	17	—	12,8
	10	1	27	4	49	6	120	20	126	15	118	5	95	4	83	4	49	6	32	3	20	5	16	2	745	73	2	10,1

Zum Belege dieser Sätze lasse ich zunächst die Tafeln über die Frequenz der einzelnen Krankheitsformen im Allgemeinen folgen (Taf. XXXIII—XXXV).

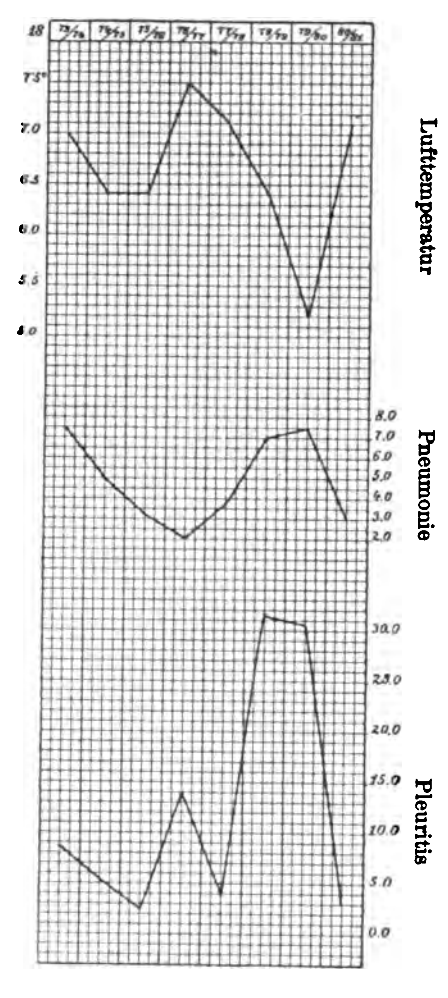
Die Lungenentzündungen haben im Jahre 1876/77 ihre höchste Frequenz erreicht; in demselben Jahre zeigten sie das kleinste Mortalitätsverhältniss, so dass also auch hier wie beim Typhus die Zahl der Todesfälle von der Zahl der Erkrankungen unabhängig ist. Das Mortalitätsverhältniss ist von 1873/74 an ganz stetig und allmählich herabgegangen, war auch in dem auf das Minimum folgenden Jahre noch sehr mässig, stieg dann plötzlich während der Jahre 1878/79 und 1879/80 bis fast zu der Höhe des ersten Jahres und sank 1880/81 wieder bedeutend herab. Es kann anticipando hinzugefügt werden, dass es seit Abschluss des Decenniums wieder stark gestiegen ist. Nach den beim Typhus gemachten Erfahrungen wird auch hier als Ursache für die Veränderlichkeit des Mortalitätsverhältnisses zunächst an Einflüsse gedacht werden müssen, die ausserhalb der ärztlichen Machtsphäre liegen. Die Heilungsverhältnisse verhalten sich hier denen des Typhus dadurch ziemlich entgegengesetzt, dass sie in den letzteren Jahren ungünstiger sind als in den vorhergehenden. Das durchschnittliche Mortalitätsverhältniss ist 4,8 %, also dem Lebensalter der Befallenen entsprechend günstig. Das durchschnittliche Ma-

Tafel XXXVI. Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in ° Celsius.

	1873/74	1874/75	1875/76	1876/77	1877/78	1878/79	1879/80	1880/81
October	8,2	6,5	4,6	8,4	4,7	7,7	5,5	7,2
November	1,4	— 2,0	1,1	— 0,6	3,2	— 0,1	— 1,8	3,1
December	— 3,1	— 3,1	— 4,7	0,6	— 1,5	— 4,9	— 12,2	3,4
Januar	— 2,1	— 0,4	— 6,6	0,5	— 3,8	— 3,1	— 6,7	— 6,6
Februar	— 3,7	— 7,9	— 1,2	1,8	— 1,2	— 0,4	— 3,1	— 2,1
März	0,7	— 2,1	2,5	0,1	1,2	0,4	1,7	2,5
April	6,7	6,5	7,6	5,9	7,0	5,4	7,7	4,2
Mai	9,0	14,7	8,6	9,9	13,6	8,9	10,0	10,9
Juni	16,9	17,9	17,2	19,0	16,7	17,0	14,6	15,2
Juli	20,9	17,5	18,5	17,1	16,4	15,2	18,9	19,5
August	14,7	18,1	17,5	18,0	16,5	17,5	15,0	17,1
September	13,9	11,7	12,2	9,2	13,0	12,7	12,9	11,0
Durchschnitt	7,0	6,4	6,4	7,5	7,1	6,4	5,2	7,1

ximum der Erkrankungen fällt auf die Monate December mit Mai. November und Juni bilden die Uebergangsmonate. Juli, August, September und October sind die Monate der Ruhe.

Tafel XXXVII. Gang der Lufttemperatur und der Lungen-Brustfellentzündungen.



Die Schwere der Brustfellentzündungen nimmt ganz analog den Lungenentzündungen bis zum Jahre 1877/78 ab, wobei nur das Jahr 1876/77 etwas aus der Reihe heraustritt. Auch hier sind die Jahre 1878/79 und 1879/80 die schwersten der ganzen Serie und tritt im Jahre 1880/81 wieder eine Minderung ein. Diese Analogie des epidemiologischen Ganges berechtigt zu der Annahme, dass beiden Krankheiten analoge Ursachen zu Grunde liegen. Von den Witterungsfactoren, an die hier zunächst gedacht werden muss, zeigt nur die Lufttemperatur ein solches Verhalten, dass sie als ätiologisches Moment in Anspruch genommen werden kann. Auf Taf. XXXVI sind die Monats- und Jahresmittel derselben tabellarisch verzeichnet. Taf. XXXVII gibt die graphische Gegeneinanderstellung des Ganges der Lufttemperatur und des Ganges der Lungen- und Brustfellentzündungen.

Es ist ersichtlich, dass die Lufttemperaturcurve zu derjenigen der Lungen- und Brustfellentzündungen in ganz ähnlichem Verhältniss steht, wie die Grundwassercurve zur Typhuscurve. In

den wärmeren Jahren treten diese Entzündungen entschieden zurück, während sie in den kälteren Jahrgängen sich steigern resp. eine grössere Mortalität verursachen.

Aus dem durchschnittlichen Mortalitätsverhältniss von 11,5 % bei den Brustfellentzündungen ergibt sich, dass dieselben viel gefährlicher sind als die Lungenentzündungen. In manchen Jahrgängen stirbt fast der dritte Kranke. Zu den Verlusten durch Tod kommt bei den Pleuritiden noch eine ganz beträchtliche Reihe von Verlusten durch Dienstunbrauchbarkeit, die hier ausser Rechnung gelassen wurden.

Wie die Brustentzündungen, so unterliegt auch der Gelenkrheumatismus sehr erheblichen jährlichen Schwankungen sowohl hinsichtlich seiner Frequenz als der Schwere der Fälle (s. Taf. XXXV). Doch zeigen diese Schwankungen mit denen der Brustentzündungen keinerlei Congruenz. Es muss also neben der Lufttemperatur, deren Einfluss sich im Vorherrschen der Krankheit während der Winter- und Frühjahrsmonate ausspricht,

Tafel XXXVIII. Durchschnitte der Windstärke, ausgedrückt in Umdrehungen des Anemometers.
(1 Umdrehung = 16,5 m Windweg.)

	$18^{77}/_{78}$	$18^{78}/_{79}$	$18^{79}/_{80}$	$18^{80}/_{81}$
October	8961	6354	6181	6494
November	8911	8148	10222	9570
December	9585	8194	5757	14589
Januar	10032	4553	5683	8131
Februar	6777	6925	6017	7966
März	17319	11213	9345	13744
April	8902	10448	7806	9902
Mai	8272	5689	5673	9956
Juni	6461	5625	5324	8321
Juli	6871	8182	2045	8304
August	6652	5568	2588	10359
September	5223	4557	2376	8713
Jahresdurchschnitt	8664	7121	5751	9671

noch ein anderer Factor aufgesucht werden. Als bedingendes Moment der jährlichen Schwankungen glaube ich mich mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit an die Windstärke halten zu dürfen, deren

directe Messungen leider noch nicht sehr weit zurückreichen. Die Resultate dieser Messungen sind auf Taf. XXXVIII verzeichnet, während Taf. XXXIX die Zusammenstellung der Windstärke mit den Frequenzzahlen des Gelenkrheumatismus gibt.

Tafel XXXIX. Windstärke und Gelenkrheumatismus.

Jahrgang	Jahresdurchschnitte der Windstärke	Erkrankungen an Gelenkrheumatismus
$18^{77}/_{78}$	8664	106
$18^{78}/_{79}$	7121	94
$18^{79}/_{80}$	5751	92
$18^{80}/_{81}$	9671	133

Eigenthümlich hat sich im Verlaufe der Beobachtungsperiode die Zahl der Recidive bei Gelenkrheumatismus gestaltet. Die tabellarischen Rapporte geben über die Recidive keinen Aufschluss. Die Zahl derselben konnte ich nur dadurch ermitteln, dass ich die Zählkarten alphabetisch ordnete. Es kamen in den 9 Jahren von 1873—81 62 Recidive vor, also so viel, um einen besonderen Jahrgang daraus bilden zu können. Davon kamen

auf 1873 — 1 Recidiv
1874 — 1 »
1875 — 4 »
1876 — 7 »
1877 — 3 »
1878 — 9 »
1879 — 13 »
1880 — 9 »
1881 — 15 »

Die fortwährende Zunahme der Recidive hat jedenfalls in der Salicylbehandlung ihren Grund. Die Recidive sind natürlich gegenüber den grossen Vortheilen der Salicylbehandlung von gar keinem Belang, sie sind nur statistisch ein wenig störend. Bemerkenswerth ist, dass unter der genannten Behandlung die Herzaffectionen keineswegs abgenommen haben.

Wie bereits erwähnt, liegen für die Brustentzündungen und den Gelenkrheumatismus seit einigen Jahren auch localistische Beobachtungen vor. Das Resultat derselben ist in den Tafeln XL und XLI enthalten. Auf beiden Tafeln erweist sich die Bethei-

ligung der Türken- und Salzstadelkaserne an den Witterungskrankheiten als besonders hervorragend. Da diese Krankheiten überwiegend zu einer Zeit entstehen, wo nicht auf den grossen Exercirplätzen, sondern in den Kasernhöfen exercirt wird, so

Tafel XL. Lungen- und Brustfellentzündungen in ihrer Vertheilung auf die einzelnen Kasernen.

	1879		1880		1881		Gesammt-Summe	Mittlere Iststärke	‰
	Pneum.	Pleurit.	Pneum.	Pleurit.	Pneum.	Pleurit.			
Max II-K.	43	8	36	15	41	8	151	2002	75,4
Türkenk.	70	7	58	15	60	17	227	2342	97,0
Salzstadelk.	5	—	10	1	3	—	19	206	92,2
Hofgartenk.	11	1	16	6	12	4	50	694	72,0
Lehelk.	8	2	8	2	3	2	25	329	76,0
Neue Isark.	7	—	15	4	10	4	40	555	72,1

Tafel XLI. Gelenkrheumatismus in seiner Vertheilung auf die Kasernen.

	1879	1880	1881	Summa	Mittlere Iststärke	‰
Max II-K.	37	26	38	101	2002	50,4
Türkenk.	40	30	78	148	2342	63,2
Salzstadelk.	—	5	9	14	206	68,0
Hofgartenk.	7	6	11	24	694	34,6
Lehelk.	5	8	4	17	329	51,7
Neue Isark.	4	9	3	16	555	29,0

liegt der Gedanke nahe, dass in letzteren die Ursache dieser auffallenden Erscheinung zu suchen sei. Der Salzstadel, der gar keinen Hof hat und der Hof der Türkenkaserne, der gegen die stürmischen Westwinde vollkommen offen liegt, bieten bezüglich des Schutzes gegen Witterungseinflüsse jedenfalls ungünstigere Verhältnisse als die andern Kasernen. Exercirhäuser bestehen in Bayern nicht.

Schlusswort.

Die Medicin, die im Allgemeinen mit so grosser Energie nach Exactheit ringt, ist, wie im Vorstehenden mehrfach hervorgehoben wurde, auf dem Gebiete der epidemiologischen Beobachtung noch nicht zum vollen Bewusstsein von der Nothwendigkeit strenger Methoden erwacht. Sie besitzt hier noch ein vom Pfluge wenig berührtes Territorium, auf dem Schaaren von ungeschulten Beobachtern unbehelligt ihr Wesen treiben. Dass in den Händen der letzteren die Epidemiologie keinen Aufschwung erfahren konnte, ist aus der Art und Weise ihrer Beobachtungen leicht erklärlich. Statt nämlich, wie es sonst beim Studium von Naturerscheinungen Brauch ist, die Epidemien von Anfang bis zu Ende zu verfolgen, alle Nebenumstände, die darauf Einfluss haben können, sorgfältig zu verzeichnen und aus der Summe dieser Wahrnehmungen die causalen Verhältnisse nüchtern und objectiv abzuleiten, schlagen sie ein ziemlich entgegengesetztes Verfahren ein. Sie lassen nämlich die Epidemien mehr oder weniger unangefochten an sich vorbeiziehen und raffen sich erst gegen Schluss derselben zu einem flüchtigen Beobachtungsvorstoss auf. Wenn sie trotz der Seltsamkeit dieser Beobachtungsmethode sich der wunderbarsten Erfolge davon rühmen und von ihren verspäteten Expeditionen selten ohne eine glänzende Siegestrophäe zurückkehren, indem sie entweder im Trinkwasser oder in der Milch oder in den Abtritten die notorische Ursache der Epidemien entdeckt zu haben vorgeben, so wird dies ruhigen Beurtheilern nicht imponiren. Den Einsichtsvolleren wird die frappante Aehnlichkeit nicht entgehen, den diese Beobachtungsweise mit dem Sectionsverfahren frühester Zeiten hat, wo man nicht daran dachte, die Leichen regelrecht zu untersuchen, sondern sich mit dem Funde eines Spulwurmes oder eines harmlosen Gallensteins als der unzweifelhaften Todesursache begnügte.

Es soll ja nicht geläugnet werden, dass in der leichten und nonchalanten Manier dieser naturwüchsigen Beobachter ein gewisser poetischer Zug liegt, gegen welchen sich das exacte Verfahren überaus plump und schwerfällig ausnimmt. Es sieht in der That recht gewandt und elegant aus, wenn z. B. jemand auf die Kunde, dass in einem benachbarten Dorfe der Typhus geherrscht

hat, dorthin reist, sich von den Ortsbewohnern die ergriffen gewesenen Häuser bezeichnen lässt, aus der eigenthümlichen Gruppirung derselben auf einen Brunnen aufmerksam wird, in dessen Nähe ein Misthaufen sich befindet, und wenn dann unter Beifügung eines Ortsplanes und einiger meteorologischer Notizen haarklar bewiesen wird, dass auf den Misthaufen Typhusdejectionen geschüttet wurden, dass durch eintretenden Regen der Misthaufen ausgelaugt wurde, dass die Jauche in den Brunnen floss, und dass nun mit einem Schlage Alle erkrankten, die davon tranken. Es wird da eine der merkwürdigsten Beobachtungen in wenigen Stunden erledigt, zu der man nach der exacten Methode mindestens eben so viele Monate gebraucht hätte, ohne vielleicht zu einem so glänzenden Resultate zu kommen. Aber jeder Sachverständige ist sich darüber klar, dass solche prunkende Beobachtungen nicht der Natur abgelauscht, sondern im wahrsten Sinne des Wortes gemacht, fabricirt sind. Es sind Kunstproducte, aus viel Phantasie und wenig Wahrheit zierlich zusammengewoben, schön für das Auge, aber unbrauchbar für die Wissenschaft. Die Thatsachen, die post festum zusammengetragen, aus der Erinnerung der Leute herausexaminirt, mit nicht mehr controllirbaren Nebenumständen nach Wahrscheinlichkeitsgründen in Zusammenhang gebracht werden, liefern ein Material, das zum epidemiologischen Roman, aber nicht zur epidemiologischen Geschichtschreibung geeignet ist. Je mehr bei diesen Romanen alles zusammenklappt, je grösser der Anschein der logischen Unfehlbarkeit der Schlüsse ist, desto grösser muss der Argwohn sein, dass die Thatsachen unbewusst gemodelt und nach vorgefassten Meinungen zugerichtet wurden. Die Thatsachen, die nicht im status nascens erfasst und verzeichnet wurden, sind für die Geschichtschreibung so gut wie verloren. Die Methode der nachträglichen Erhebungen, die von den ungeschulten Beobachtern geübt wird, ist so gefährlich, dass sie selbst in den Händen der Vorurtheilslosesten fast mit Nothwendigkeit zur Fälschung führt.

Da die methodelosen Stegreifbeobachter den Fortschritt in einer so überaus wichtigen Disciplin unmöglich machen, so wird es nothwendig werden, sie zum Verschwinden zu bringen. Dies geht ohne Krieg und gewaltsame Mittel sehr einfach dadurch,

dass man den unexacten Beobachtern exacte in nicht zu geringer Zahl entgegenstellt. Schlechte Methoden, wenn sie auch noch so alt, noch so bequem und noch so poetisch angehaucht sind, verschwinden von selbst, sobald sie mit schärferen Methoden in Berührung kommen. Die Vertreter der Stegreifbeobachtungen sind trotz ihrer imposanten Anzahl von dem Augenblick an verloren, wo man beginnen wird, ihr usurpirtes Gebiet mit exacten Colonisten planmässig zu besiedeln. Die Medicin hat an der endlichen Colonisation der Epidemiologie ein um so grösseres Interesse, als sie nicht zur vollen Anerkennung einer exacten Wissenschaft gelangen kann, bevor nicht auch auf diesem Gebiete alle Spuren von mangelhafter Civilisation verwischt sind.

Um die Epidemiologie in rascheren Aufschwung zu bringen, wird es nothwendig sein, sich eines Auskunftsmittels zu bedienen, das in der Medicin schon mehrfach mit dem besten Erfolg zur Anwendung kam. Die jüngeren Disciplinen unserer Wissenschaft sind dadurch zu ihrer heutigen Blüthe gekommen, dass sie von dem Mutterkörper abgelöst und zu selbständigen Specialitäten erhoben wurden. Das ist das einzig richtige Verfahren, um kümmerliche Anhängsel zu üppigem Wachsthum anzutreiben. Da die epidemiologische Forschung von den ausübenden Aerzten nicht, so wie es sein sollte, nebenbei besorgt werden kann, so muss sie Specialisten in die Hände gegeben werden. Nachdem einmal der Eintritt von Epidemien nicht voraus berechnet werden kann, und nachdem es doch von der grössten Wichtigkeit ist, nicht nur die ersten Anfänge der Epidemien selbst, sondern auch die denselben vorausgehende Periode mit allen dazu gehörigen Verhältnissen genau zu übersehen, so müssen permanente epidemiologische Observatorien errichtet werden. Es sollte wo möglich das ganze Land in epidemiologische Bezirke eingetheilt und für jeden derselben von Staatswegen ein Beobachter aufgestellt werden, der die Trinkwasser-, Grundwasser- und meteorologischen Verhältnisse seines Bezirkes genau zu verfolgen hat, und an den wenigstens bezüglich der Infectionskrankheiten die Morbiditäts- und Mortalitätsangaben von Seite der Praktiker gelangen müssten. Der Staat wird sich zu dieser wahrhaft gemeinnützigen Leistung unbedenklich

verstehen, sobald das Bedürfniss dazu von medicinischer Seite betont wird, gerade so wie er zu astronomischen Zwecken auf fachmännische Anregung die bedeutendsten Geldmittel nicht verweigert. Aber man darf natürlich nicht erwarten, dass der Staat oder die Gemeinden die Initiative ergreifen. Der Impuls muss unbedingt von ärztlicher Seite ausgehen; das Bedürfniss muss in ärztlichen Kreisen lebhaft gefühlt und lebhaft geäussert werden. Leider ist aus dem Umstande, dass die Stegreifbeobachtungen bisher von einer grossen Zahl der Aerzte als baare wissenschaftliche Münze angenommen wurden, der Schluss zu ziehen, dass von den berufenen Fachmännern die Bedürfnissfrage kaum mit dem erforderlichen Nachdruck bejaht werden möchte, um so mehr, als damit die den Aerzten so unsympathische Anzeigepflicht verbunden ist. Es werden neue Generationen von Aerzten heranwachsen müssen, denen auf den Universitäten auch in epidemiologischer Beziehung exacte Grundsätze eingepflanzt wurden, bevor in dieser Angelegenheit ein energisches Vorgehen möglich ist.

Wenn aber auch vorläufig allgemeine Betheiligung der Aerzte ausgeschlossen erscheint, so gibt dies noch keine Berechtigung, auch da, wo ein partielles Vorgehen zu ermöglichen wäre, sich unthätig zu verhalten. Besonders von militärärztlicher Seite könnte in dieser Sache unschwer mit dem grössten Erfolge vorgegangen werden, und zwar nicht bloss in vereinzelten Garnisonen wie bei vorstehender Arbeit, sondern von der Gesammtheit des Corps. Die ganze Organisation des Militärsanitätsdienstes, die hierarchische Gliederung des Personals, die schon bestehende Rapportführung, die nur einer gewissen Umänderung bedarf, um zu dem vorliegenden Zwecke brauchbar zu werden, bieten einen vollkommen vorbereiteten Boden zur wissenschaftlichen epidemiologischen Forschung, die hier nicht bloss auf die Infectionskrankheiten beschränkt, sondern auf sämmtliche innere Affectionen ausgedehnt werden könnte. Die Armee umfasst einen genügend grossen Bruchtheil der Bevölkerung zur erfolgreichen Durchführung der epidemiologischen Studien, und dieser Bevölkerungsantheil kann überdies in der genauesten Weise controllirt und überwacht werden. Die hierarchische Gliederung des Personals gewährt den besonders beachtens-

werthen Vortheil, dass die Beobachtungen durch oberärztliche Revision zu einem gleichen Grad der Zuverlässigkeit gebracht werden können, wie dies bei den Urtheilssprüchen der Gerichte durch die oberrichterliche Controlle der Fall ist.

Um dies jedoch zu ermöglichen, müsste, wie schon erwähnt, eine Aenderung des Rapportsystems eintreten in der Weise, dass statt der tabellarischen Rapporte Zählkartenrapporte eingeführt werden. Die tabellarischen Rapporte schliessen eine sachliche Prüfung der Beobachtungen durch die höheren Stellen aus. Die letzteren können bei der bisherigen Rapportweise nur äusserliche Verstösse corrigiren; über die Richtigkeit der epidemiologischen Beobachtungen und der ätiologischen Schlüsse der unteren Stellen können sie sich nur auf Umwegen, aber nicht aus den Rapporten selbst Gewissheit verschaffen. Die epidemiologische Geschichte wird von den unteren Stellen endgültig festgestellt; das dort gefällte Urtheil gelangt in uncontrollirbarem Zustande an die nächsten Vorgesetzten und kann, selbst wenn es noch so falsch ist, unangefochten bis an die oberste Stelle laufen, um schliesslich durch Einverleibung in die Acten des Kriegsministeriums die volle amtliche Weihe zu erhalten. Zu welchen Irrthümern dies führen kann, wurde in vorstehender Arbeit an einem Beispiele aus der Türkenkaserne nachgewiesen.

Solche Irrthümer kommen nun nicht etwa vereinzelt vor, sondern sie gehören theils wegen der Ungeübtheit der Beobachter, theils wegen der Beschränktheit ihres Beobachtungsgebietes fast zur Regel. Die epidemiologischen Acten der Kriegsministerien sind in Folge dessen weit davon entfernt, lauter vollkommen verbürgte Thatsachen zu enthalten. Es kommt dies nur daher, weil im Militärsanitätsdienst die oberen Stellen nicht als Filtrationsapparate benützt werden, sondern nur als Sammelkanäle, in denen die kleinen Rapportwässerchen einfach zu grösseren Gewässern zusammenfliessen. Die Truppenärzte sollen allerdings ein vorläufiges Gutachten abgeben, gerade so wie es die Untergerichte thun, aber sie müssen neben diesem Urtheil die gesammten Belege in Zählkartenform an die oberen Instanzen einliefern, damit diese in die Lage kommen, das unterinstantielle Urtheil

nach allen Richtungen zu prüfen und gegebenen Falles zu corrigiren. Die endgültige Feststellung der epidemiologischen Geschichte muss bei den oberen Instanzen erfolgen.

Die Zählkartenrapportform hat bereits in dem für den Krieg vorgeschriebenen Rapportsystem eine Stelle gefunden. Die fünftägigen Zu- und Abgangsmeldungen, resp. die Zählkarten, welche darnach beim Central-Nachweisebureau gefertigt werden, um nach Beendigung des Krieges von letzterem an das Kriegsministerium zu gelangen, bilden neben den Krankenblättern und den Medicinalberichten, welche den tabellarischen Rapporten anzufügen sind, das Material, nach welchem die medicinische Geschichte des Krieges zusammengestellt wird. Die tabellarischen Rapporte haben zu diesem Zwecke wenig oder gar keinen Werth; sie bilden offenbar den unwichtigeren Theil des Kriegsrapportwesens. Aus den Zu- und Abgangsmeldungen, die über jeden Kranken beim Passiren einer Pflegestation gemacht werden, lässt sich unter Zuhilfenahme der Krankenblätter das Schicksal der einzelnen Erkrankten mit grösster Bestimmtheit verfolgen. Mit Hilfe dieser Belege kann Ort, Art, Anfang, Dauer und Ausgang der einzelnen Erkrankungen so sicher und exact festgestellt werden, als nur immer wünschenswerth ist. Es lässt sich daraus mit aller Genauigkeit ein chronologisches und topographisches Bild der Krankheitsvorkommnisse entwerfen, und wenn dabei die ätiologischen Verhältnisse nicht mit aller Schärfe behandelt werden können, so muss dies als ein Mangel betrachtet werden, der im Kriege unvermeidlich ist, weil derselbe geordnete Erhebungen über die epidemiologischen Nebenumstände ausschliesst.

Für die epidemiologischen Kriegsbeobachtungen und deren Verwerthung ist also in so vollkommener Weise gesorgt, als dies nach unseren bisherigen Begriffen möglich ist. Die Vollkommenheit der Einrichtungen besteht darin, dass die Medicinalberichte der unteren Stellen für die medicinische Geschichtschreibung nicht allein maassgebend sind, sondern dass das gesammte Urmaterial an die höchste Stelle gelangt und hier einer nochmaligen Durcharbeitung unterworfen wird, auf Grund welcher erst die endgültige Feststellung der Ereignisse erfolgt.

Dieses einzig richtige Verfahren wird auch auf die Friedensverhältnisse übertragen werden müssen und stellt hier um so grössere Erfolge in Aussicht, als im Frieden auch den epidemiologischen Nebenumständen, den Trinkwasser-, Grundwasser-, meteorologischen und Wohnungs-Verhältnissen die vollste Aufmerksamkeit zugewendet werden kann.

Die unterste Instanz, die zu einem competenten Urtheil in epidemiologischen Dingen befähigt erscheint, ist der Garnisonsarzt, weil kleinere Beobachtungsgebiete als ein Garnisonsbezirk selbst die geübtesten Beobachter zu unrichtigen Schlüssen verleiten können. Der Garnisonsarzt müsste daher das gesammte Zählkartenmaterial nebst den Medicinalberichten, den Belegungslisten, den Grundwasserbeobachtungen u. s. w. der einzelnen Truppenärzte zur ersten gründlichen Bearbeitung zugestellt erhalten. Sein Gutachten könnte dann zur Revision an den Divisions- oder Corpsgeneralarzt abgegeben werden.

Wie bei den Zu- und Abgangsmeldungen im Kriege müssten von den betreffenden Aerzten Zählkarten eingereicht werden:

1. bei der Aufnahme in Revierbehandlung und bei der Entlassung aus derselben;
2. bei der Aufnahme in Lazarethbehandlung und bei der Entlassung, bei Tod oder bei Ueberführung in andere Lazarethe;
3. bei Antritt eines Reconvalescenz-Urlaubes und beim Einrücken aus demselben.

Die Zählkarten müssten ausser dem Nationale und der Angabe über Truppenzugehörigkeit und Dienst- oder Lebensalter besonders auch eine genaue Wohnungsangabe (Gebäude und Zimmer) enthalten. Wenn der Aufenthalt in der letzten Wohnung weniger als 4 Wochen betrug, so müsste auch die frühere Wohnung notirt werden.

Da es wünschenswerth erscheinen dürfte, dass die Corpsgeneralärzte nicht erst auf dem Umwege durch die Garnisonsärzte, sondern so bald als nur immer möglich von den Krankheitsereignissen ihrer Bezirke Kenntniss erhalten, so würde es zweckmässig sein, die von den Truppenärzten etc. zu liefernden Angaben in duplo anfertigen und je 1 Exemplar an den Garnisons-, das andere direct an den Corpsgeneralarzt einsenden zu lassen. Diese

Einsendungen würden, soweit sie die Zählkarten betreffen, am besten täglich erfolgen, so dass sowohl der Garnisons- als der Corpsgeneralarzt spätestens nach 24 Stunden die Zahl der bei jeder Truppenabtheilung vorgekommenen Erkrankungen erfährt. Die Zählkarten könnten der Bequemlichkeit halber in Postkartenform angefertigt werden, so dass sie nach geschehener Ausfüllung ohne Couvert sofort der Post übergeben werden können. Da bei den Zugangsmeldungen sichere Diagnosen in der Regel nicht zu stellen sind, so würde hier die betreffende Rubrik leer bleiben und nur bei den Abgangsmeldungen ausgefüllt werden. Bei den Garnisons- und Corpsgeneralärzten würde in einem Krankenzugangsbuch die Zahl der täglichen Zugänge bei den einzelnen Truppenabtheilungen notirt, wobei ungewöhnliche Häufungen der Erkrankungen sofort sich bemerklich machen. Die Zählkarten würden dann abtheilungs-, resp. garnisonsweise zusammenzulegen und jede Gruppe für sich alphabetisch zu ordnen sein. Auf diese Weise könnten bei dem Eintreffen der Abgangsmeldungen leicht die zugehörigen Zugangsmeldungen aufgefunden und die abgelaufenen Fälle herausgenommen werden, um in einem Renner vermerkt und dann am besten gleich nach Wohngebäuden geordnet zu werden.

Mit diesem Zählkartenmaterial wäre nun den berufenen Instanzen die Möglichkeit einer nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch für den Dienst höchst wichtigen Verwerthung in die Hand gegeben. Es können damit sowohl die Garnisonen als die einzelnen militärischen Wohngebäude derselben nicht nur nach der Frequenz, sondern auch nach der Schwere der Erkrankungsformen klassificirt und es kann ermittelt werden, ob sich die Erkrankungen gleichmässig über die einzelnen Wohngebäude vertheilen oder ob sie sich vorzugsweise auf besondere Zimmer beschränken. Man würde im letzteren Falle Recherchen [illegible] können über die Schädlichkeiten, die diesen Zimmern oder [illegible] Umgebung anhaften, oder auch, wenn die Bewohner dieser Zimmer einer bestimmten Compagnie angehören, über etwaige [illegible] heiten des Dienstbetriebes bei letzterer. Man würde [illegible] Kasernen, die in allen ihren Theilen gleichmässig [illegible] sundheitsverhältnisse bieten, über die möglichen [illegible]

einfordern und specielle Untersuchungen veranlassen können. Man würde also in die Lage kommen, den Gesundheitswachtdienst in der wirksamsten Weise von oben zu dirigiren. Es ist ein sehr grosser Vortheil, wenn die oberen Stellen auf Punkte, an welchen die Gesundheit der Soldaten besonders gefährdet erscheint, aufmerksam werden können, ohne dass sie von den betreffenden Truppenärzten speciell darauf hingewiesen werden; denn die letzteren könnten unter Umständen zu einem solchen Hinweis theils nicht geneigt sein, theils könnten sie selbst von dem Vorhandensein ungewöhnlicher Verhältnisse keine Kenntniss besitzen.

Es versteht sich von selbst, dass das Zählkartenmaterial auch nach allen erforderlichen anderen Rücksichten gruppirt werden kann z. B. nach der Truppenangehörigkeit der Erkrankten, nach Jahreszeiten, nach Chargen und Altersstufen, nach Dauer und Ausgang der Erkrankungen, kurzum nach allen Rubriken, welche auf den Zählkarten enthalten sind.

Durch die Zählkartenrapporte würde der Garnisonsarzt seine Garnison, der Corpsgeneralarzt seinen Corpsbezirk erst eigentlich recht kennen lernen. Sie würden in Verhältnisse eindringen, die ihnen bisher grösstentheils verschlossen sind. Sie würden eine viel genauere Controlle über den Dienstbetrieb ihrer Untergebenen erhalten. Sie würden bei ihren Inspectionen weniger als bisher darauf angewiesen sein, durch Zufall Unregelmässigkeiten und Uebelstände zu entdecken, sondern über die Punkte, die einer persönlichen Aufklärung und Untersuchung bedürfen, schon im Voraus orientirt sein.

Die Krankheitsstatistik der Kasernen ist die unerlässliche Vorarbeit für die Beantwortung aller derjenigen Fragen, welche auf die Verbesserung des Gesundheitszustandes der Truppen Bezug haben. Zu erfahren, wie viel Mann in der ganzen Armee, pro Armeecorps oder pro Garnison an Typhus u. s. w. erkranken, hat im Ganzen sehr wenig praktischen Werth, denn die Armee und die einzelnen Armeecorps und die Garnisonen im Ganzen können nicht in Behandlung genommen werden, um die Gesundheitsverhältnisse zu verbessern. Wenn man aber erfährt, wie viel Mann in jeder Kaserne erkranken, so wird man durch die Vergleichung

der Kasernen unmittelbar auf die Punkte hingeleitet, an welchen constante und intensivere Krankheitsursachen wirksam sind und an denen also auf irgend eine Weise Verbesserungen angebracht werden müssen.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, dass die Ausgaben, welche ohne Kasernstatistik zu Assanirungszwecken gemacht werden, durchaus nicht immer auf die bedürftigsten Punkte fallen, sondern hauptsächlich auf jene Kasernen, welche in ihren Commandeuren oder Aerzten energische Anwälte besitzen. Die schlechtesten Kasernen können ganz übersehen werden, wenn zufällig niemand sich berufen fühlt, sie höheren Ortes zu denunziren. Da die bisherige Statistik auf die Qualification der Kasernen keine Rücksicht genommen hat, so muss die Vorgeschichte derselben erforderlichen Falles noch heutzutage dadurch festgestellt werden, dass sich der Corpsgeneralarzt bei den betreffenden Truppenärzten informirt und dass diese vielleicht wieder zu den Erinnerungen ihrer Vorgänger oder zu den Aussagen von Nichtärzten ihre Zuflucht nehmen müssen.

Dass gerade die wissenswertheste von allen Sanitätsangelegenheiten bisher noch nicht überall zur amtlichen Erhebung gelangt ist, gründet sich vielleicht auf die in ärztlichen Kreisen vielfach noch herrschende Vorstellung, dass sich Sachverständige auch ohne Kenntniss der Vorgeschichte durch blosse Inspection mit Bestimmtheit über die Salubrität eines Gebäudes aussprechen könnten. Aus der Zahl und Grösse der Fenster, aus der Beschaffenheit der Abtritte und Brunnen, aus der höheren oder tieferen Lage des Gebäudes und aus sonstigen äusserlichen Merkmalen glaubt man zu einem maassgebenden Urtheil über den Gesundheitswerth derselben berechtigt zu sein. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass alle diese Merkmale nur von sehr geringer Bedeutung für die Salubrität sind; sie können durchaus befriedigend befunden werden, während das Gebäude doch thatsächlich ungesund ist und [illegible] Der Punkt, von dem die Salubrität der Gebäude vor al[illegible] ist der Boden, und in diesen kann man nicht hin[illegible] gute oder schlechte Beschaffenheit desselben [illegible] der fortgesetzten Beobachtung seiner Wirkungen [illegible] Inspection sind also nur die am wenigsten [illegible]

nisse zugängig; aus diesen Verhältnissen ein maassgebendes Salubritätsgutachten abzuleiten, ist eben so gewagt, als wenn man aus der blossen Betrachtung eines Menschen dessen geistige und Charaktereigenschaften ohne Weiteres mit Sicherheit deduciren wollte.

Von allen medicinischen Illusionen ist diejenige von dem Werthe der Physiognomik der Gebäude die grösste und schlimmste. Die therapeutischen Illusionen haben doch wenigstens nie ein Hinderniss für das Aufsuchen besserer Behandlungsmethoden gebildet, aber die erwähnte hygienische Illusion hat erfahrungsgemäss den Fortschritt der Wissenschaft in der empfindlichsten Weise geschädigt, indem sie die Vorstellung des Fertigseins erweckte, während thatsächlich alles zu thun übrig blieb. Sie ist Schuld daran, dass über die epidemiologischen Vorgänge keine detaillirten localistischen Aufzeichnungen gemacht werden, dass das Material, welches zur Beantwortung der Salubritätsfragen erforderlich ist und welches so leicht zu sammeln wäre, verloren geht, und dass dadurch eine rationelle Prophylaxis unmöglich gemacht wird.

Es mag ja wohl mit der Zeit dahin kommen, dass man durch eine kurze Prüfung auch die wesentlichen Salubritätskennzeichen zu erfassen lernt, aber vorläufig sind wir zu einer solchen Leistung durchaus unfähig, wir müssen uns auch bei den Häusern zur Beurtheilung ihres Charakters auf den Leumund, oder wenn wir correcter verfahren wollen, auf die beglaubigte Vorgeschichte beziehen und zu letzterem Zwecke geschichtliche Aufzeichnungen machen. Es müssen Kasernenacten angelegt werden. Sorgfältige Qualificationslisten der Kasernen sind dienstlich von eben so grosser Wichtigkeit als die Qualificationslisten der amtirenden Personen.

Wenn einmal die Krankheitsstatistik der Kasernen als eine der wichtigsten Aufgaben des Militärsanitätsdienstes anerkannt ist, so werden mit der Zeit sichere Durchschnittszahlen für den Gesundheitswerth jedes militärischen Wohngebäudes erlangt werden, die eine directe Vergleichung der Kasernen unter sich ermöglichen. Erst wenn die maassgebenden Stellen eine Salubritätsscala der Kasernen in der Hand haben, lassen sich die Gesundheitsverhältnisse der Armee in rationeller Weise verbessern. Die rationelle Assanirung

besteht darin, dass nicht sprungweise und gelegentlich da oder dort, je nach den Impulsen, die von aussen kommen, eingeschritten wird, sondern dass jährlich eine bestimmte Summe zur Melioration von Kasernen ausgeworfen und dass diese Summe ohne Rücksicht auf unberechtigte Begehrlichkeiten denjenigen Kasernen zugewendet wird, welche in der Salubritätsscala die tiefste Stelle einnehmen. Das geschichtliche Wissen ermöglicht planmässiges Handeln und damit einen langsamen aber stetigen Fortschritt zum Bessern. Durch diese Erörterung dürfte die obige Behauptung erwiesen sein, dass die vorgeschlagene Aenderung im Rapportsystem nicht bloss für die Wissenschaft, sondern in ganz hervorragender Weise auch für den Dienst von Bedeutung ist.

Da die Garnisons- und Corpsgeneralärzte das epidemiologische Material gleichzeitig erhalten würden, so könnten sie dasselbe auch gleichzeitig und unabhängig von einander verarbeiten resp. verarbeiten lassen. Wenn bei dieser beiderseitigen selbständigen Bearbeitung der gleichen Themata gleiche Resultate herauskommen, so würde darin eine grosse Bürgschaft für die Richtigkeit der Resultate liegen. Die letzteren könnten dann mit gutem Gewissen als definitive betrachtet und als solche der höchsten Stelle unterbreitet werden. Differiren die Resultate, so würden entweder dem betreffenden Garnisonsarzt irrthümliche Auffassungen nachzuweisen sein, die derselbe nachträglich zu verbessern hätte, oder es würde vielleicht der Corpsgeneralarzt in die Lage kommen, seine Auffassung zu modificiren, oder es müsste in suspenso gelassen werden, auf welcher Seite das Recht ist. Im letzteren Falle würden beide Gutachten in höhere Vorlage zu kommen haben. Unter allen Umständen würde aus der Vergleichung der beiderseits mit vollster Selbständigkeit gezogenen Schlüsse für alle Betheiligten eine solche Schärfung der Beobachtungsgabe resultiren, wie sie auf andere Weise nicht leicht zu erreichen ist. Die statistischen Hilfsarbeiter des Corpsgeneralarztes würden in dieser Function eine wirkliche Hochschule der epidemiologischen Beobachtungskunst durchmachen, und würden in dieser Beziehung zu einer Reife des Urtheils gelangen, die ihnen später in selbständigen Stellungen von grösstem Vortheil wäre. Der epidemiologische Generalstab bildet sich nicht

von selbst, er muss erzogen werden. Es ist ganz merkwürdig, die Einseitigkeit und Unbeholfenheit zu beobachten, welche selbst bei den besseren Autodidakten bei vielen Gelegenheiten zum Vorschein kommt.

Durch die Einführung des erwähnten Rapport- und Beobachtungssystems würde den älteren Aerzten allerdings eine grössere statistische Arbeit zugemuthet, als ihnen bisher oblag. Diese Zumuthung ist aber eine sehr naturgemässe, denn die Inhaber der höheren Stellen sind nicht nur wegen der Grösse ihres Beobachtungsgebietes, sondern auch wegen der grösseren Weite ihres geistigen Gesichtsfeldes zur gedeihlichen Führung der Statistik in erster Linie befähigt. Es hat seinen guten Grund, dass die jungen Aerzte der Statistik möglichst aus dem Wege zu gehen suchen; sie ist ihnen nicht sympathisch, weil sie ihrer geistigen Constitution nicht angemessen ist. Der junge Arzt hat zumeist einen ziemlich engen wissenschaftlichen Gesichtskreis; er hat nur Freude an der specialisirenden Thätigkeit der Praxis, am Curiren und Hantiren, an Technicismen und Recepten; in sein kleines Gesichtsfeld fügen sich nur einzelne Fälle zwangslos ein. Erst in dem Maasse, als mit den Jahren sein geistiger Gesichtskreis wächst, bekommt er auch Lust, von den Einzelfällen zur Zusammenstellung der Fälle überzugehen und dadurch höhere Gesichtspunkte zu gewinnen. Er geräth unvermerkt in die Statistik hinein, die ihm anfangs ein Greuel war; er lernt sie als die Leiter schätzen, welche die Erreichung höherer Aussichtspunkte ermöglicht; und obwohl diese Leiter ein recht mühseliges Instrument ist, dessen richtige Handhabung erst nach und nach gelernt werden kann, so werden doch schliesslich alle Schwierigkeiten gerne in den Kauf genommen, sobald einmal das Bedürfniss nach Aussicht, nach gründlicherer Orientirung, nach mehr Licht und Verständniss ein recht lebhaftes geworden ist. Auf diese Alterseigenthümlichkeiten muss bei Vertheilung der dienstlichen Lasten Rücksicht genommen werden. Der Dienst würde sich zu einem Prokrustesbett gestalten, in welchem kurze Naturen gewaltsam gestreckt werden, wenn die Statistik ausschliesslich den jüngeren Aerzten zugetheilt würde. Den Jungen gehört die Praxis, die Statistik den Geronten.

Ueber die Infectiosität der Milch perlsüchtiger Kühe.

Von

Dr. Ferdinand May

aus München.

(Aus dem Pathologischen Institute des Herrn Prof. Dr. Bollinger zu München.)

(Mit Taf. II.)

In einem Vortrage[1]), welchen Prof. Bollinger im September 1879 auf der 52. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Baden-Baden hielt, sprach sich derselbe nach Mittheilung von Versuchen, welche zeigten, dass die Milch tuberculöser Kühe bei längere Zeit hindurch fortgesetztem Genusse manchmal echte Tuberculose bei Schweinen zu erzeugen im Stande sei, während gewisse Formen der Rindstuberculose in dieser Richtung ungefährlich zu sein schienen, dahin aus, es werde die Aufgabe der experimentellen Forschung sein, durch weitere Versuche festzustellen, welche Formen der Rindstuberculose eine infectiöse Milch lieferen. Da derselbe an anderer Stelle[2]) ferner sagte, es dürfte seines Erachtens die Gefahr von Seiten der Infection durch Milch tuberculöser Kühe eine grössere sein als die von Seiten des Fleisches, hatte ich mir, als ich vorliegende Versuche begann, zunächst zur Aufgabe gestellt, auf experimentellem Wege der Frage näher zu treten, wie lange Milch perlsüchtiger Kühe gekocht werden müsse, um sicher unschädlich gemacht zu werden, — eine Frage, die zweifellos von fundamentalster Bedeutung für die künstliche Ernährung von Kindern ist. Denn ganz unmöglich ist es bei unseren heutigen Verhältnissen in einer Stadt zu wissen, ob man einem Kinde, das die Eltern aufs ängstlichste behüten, nicht

1) Aerztl. Intelligenzblatt 1879 Nr. 47 und Tageblatt der 52. Versammlung der Naturforscher in Baden-Baden 1879 S. 263.

2) Aerztl. Intelligenzblatt 1880 Nr. 38.

trotz aller Sorgfalt mit seiner Nahrung den giftigsten Krankheitskeim einflösse, ganz abgesehen davon, dass es nur in einer geringen Zahl von Fällen möglich ist die Perlsucht des Thieres intra vitam sicher zu diagnosticiren.

Ich hatte die Absicht, theils mit Milch perlsüchtiger Kühe, theils aber, da solche in ausreichender Menge schwer zu erhalten, mit künstlich tuberculös gemachten Flüssigkeiten zu experimentiren. Aber schon nach den ersten Versuchen war ich gezwungen, andere Wege einzuschlagen. Einfaches Kochen (vgl. Versuch 1—5) genügte schon, um virulente Flüssigkeiten unschädlich zu machen; ausserdem (vgl. Versuch 6—13) zeigte sich, dass zu meinem Zwecke die Milch perlsüchtiger Kühe überhaupt noch gar nicht benutzt werden könne, da ihre inficirende Wirksamkeit an und für sich vorerst geprüft werden musste. Fortan bediente ich mich zur Lösung der Frage nach der Zerstörbarkeit des tuberculösen Virus durch Kochen nur mehr künstlich inficirter Flüssigkeit.

Ich kam so auf die beiden in jüngster Zeit wieder von Johne aufgeworfenen Fragen:

1. Ist die Gefahr einer Uebertragung der Tuberculose durch Milch perlsüchtiger Kühe eine so grosse, wie sie von mancher Seite so bestimmt angenommen wird?

2. Kann man perlsüchtige Milch durch Kochen unschädlich machen?

Im Weiteren wurde durch Koch's epochemachende Entdeckung des Tuberkelbacillus meine Arbeit wesentlich modificirt. Ich hielt es fortan (Versuche 14—28) für meine Aufgabe, in dem Impfmaterial wie in den Impfproducten den Nachweis der Bacillen zu liefern, theils um durch denselben dem Einwande zu begegnen, die Knötchen, die ich bei meinen Thieren erzeugt, seien keine specifischen Tuberkeln, theils um zur Stütze der Bacillentheorie beizutragen, da nur dann, wenn von allen Seiten bestätigende Erfahrungen verlauten, sich allmählich die spröden Skeptiker gezwungen sehen werden, auch auf die Seite der neuen Lehre zu treten. Als Färbemethode erschien mir die von Ehrlich, jedoch durch Erwärmen abgekürzt, als die bequemste.

Nachdem von Johne[1]) in seiner neuerdings gegebenen Geschichte der Tuberculose die einschlägige Literatur bis in die jüngste Zeit so sorgfältig bearbeitet wurde, erscheint es mir überflüssig, an dieser Stelle wieder mit einer Zusammenstellung derselben zu beginnen.

Was nun meine Versuche selbst betrifft, so erscheint es mir nothwendig, vorerst einige Angaben über die Art ihrer Ausführung zu machen, um das Vertrauen wissenschaftlicher Genauigkeit zu erreichen, wodurch allein Fehlerquellen ausgeschlossen werden können. Da von allen Infectionsmethoden die Impfung und zwar ausser der in die vordere Augenkammer die directe Impfung in den freien Bauchraum als die die sicherste und prompteste Reaction bedingende gelten darf, ausserdem sie allein aber jede Spontanerkrankung des Versuchsthieres ausschliessen lässt, da wir den Weg der Infection genau beobachten können und die Lungen, die bei spontaner Tuberculose in der Regel afficirt erscheinen, stets als Controle für den Gesundheitszustand gelten können, so bediente ich mich ausschliesslich derselben.

Zur Einspritzung benutzte ich eine 10 ^{ccm} fassende Glasspritze mit Kautschuckstempel; dieselbe wurde stets sorgfältig mit einer Carbolsäurelösung gereinigt, die so concentrirt war, dass sie, auf die Haut gebracht, sofort einen weissen Schorf verursachte. Wenn es schon richtig sein soll, dass eine 2—3 proc. Lösung die inficirende Wirkung eines Tuberkels aufhebe[2]), so wird man es von einer solchen Lösung kaum bezweifeln können. Die negativen Erfolge meinerseits beweisen die Wirksamkeit der Desinfection gewiss; ich müsste ja sonst ohne Unterschied positive Resultate erzielt haben. Um aber die Wirkung des tuberculösen Impfstoffes andererseits nicht abzuschwächen oder gar aufzuheben, wurde die Spritze stets wieder mit frischem Wasser ausgespült. Als Canülen zur Spritze bediente ich mich solcher wie sie zur Ziemssen'schen Probepunktionsspritze üblich. Dass ich mit der Spitze der Canüle mich auch sicher im Bauchraume befinde, war durch die Beweg-

---

1) D. Zeitschrift für Thiermedicin Bd. 9 Heft 1.

2) Baumgarten, Berl. klin. Wochenschrift 1880 S. 714.

lichkeit derselben und das Fehlen jeder Geschwulst nach der Injection, wie es bei einer einfach subcutanen Injection der Fall hätte sein müssen, leicht zu entscheiden.

Als Versuchsthiere benutzte ich namentlich Meerschweinchen, weil sie allgemein als die für Tuberculose empfänglichsten Thiere gelten, negative Erfolge also bei ihnen einen erhöhten Werth besitzen. Spontane Tuberculose ist bei den im Versuchstalle des hiesigen pathologischen Institutes gezüchteten Thieren niemals beobachtet worden.

Wo es endlich galt Tuberkelbacillen nachzuweisen, wurde das zu untersuchende Material stets einer frischen Schnittfläche mit geglühten Instrumenten entnommen, so dass ein Eindringen der Bacillen von aussen absolut auszuschliessen ist.

Ueber die Incubationszeit der Impftuberculose haben mich meine Versuche belehrt, dass sie keine lange ist; 20—25 Tage genügen sicher um deutliche Veränderungen zu zeigen, wenn die Impfung überhaupt eine erfolgreiche gewesen. Dies stimmt vollständig mit den von Koch gemachten Angaben überein.

Sämmtliche Versuchsthiere, welche nicht starben, wurden getödtet und der Sectionsbefund genau aufgenommen mit Ausnahme des Versuches 3, bei dem ohnehin wenig darauf ankam. Die Sectionsbefunde wurden stets noch von Prof. Bollinger aufs sorgfältigste controlirt.

Ich will nun meine Versuche in der Reihenfolge, wie sie vorgenommen wurden, schildern.

Versuche:

I. Versuchsreihe.

Am 30. Januar 1882 wurden 10 g einer mit Miliartuberkeln dicht durchsetzten Lunge eines Phthisikers fein zerschnitten, gewiegt und zerrieben mit 400 ccm destillirtem Wasser versetzt und wohl verschlossen 24 Stunden in der Kälte stehen gelassen. Dieses Extract wurde zu den folgenden Versuchen verwendet.

Versuch 1.

Impfung eines Meerschweinchens mit ungekochter tuberculöser Flüssigkeit aus der Lunge eines Phthisikers. Versuchsthier nach 6 Wochen getödtet. Positives Resultat.

Am 31. Januar 1882 wurden einem Meerschweinchen 5 ccm der Flüssigkeit mittels einer Spritze in die Bauchhöhle gebracht. Nach 6 Wochen wird das Thier durch Durchschneiden des Halses getödtet und zeigt sich folgender Befund: Guter Ernährungszustand, allgemeine Anämie (eine Folge der Art des Tödtens). Auf dem Peritoneum parietale 6—10 weissgraue miliare Knötchen. Der Impfstelle entsprechend findet sich ein hanfkorngrosses Conglomerat kleinerer, miliarer, bis submiliarer weissgelber Knötchen. Die Retro-peritoneal-, Mesenterial- sowie epigastrischen Drüsen sind erbsen- bis bohnengross geschwellt, zum Theil central in käsig-eitriger Einschmelzung begriffen. Milz um mehr als das Doppelte vergrössert, von bis hanfkorngrossen grauen Knötchen dicht durchsetzt. In der Leber finden sich an verschiedenen Stellen, namentlich im rechten Lappen Häufchen submiliarer weisslicher Knötchen; vereinzelte kaum stecknadelkopfgrosse graue Knötchen auch am Zwerchfell und im grossen Netze. Bronchialdrüsen etwas vergrössert. Die übrigen Organe normal. Diagnose: Miliartuberculose des Peritoneums, der Milz, der Leber und des Zwerchfells.

Versuch 2.

Impfung mit gekochter Flüssigkeit. Negatives Resultat.

Von der eben bis zum Aufwallen erhitzten tuberculösen Flüssigkeit werden am 31. März 1882 einem Meerschweinchen 5 ccm in die Bauchhöhle gebracht. Das Thier wurde nach 6 Wochen (18. März) getödtet und als vollkommen gesund befunden.

Versuch 3.

Impfung mit 1/4 Stunde gekochter Flüssigkeit. Negatives Resultat.

Die gleiche Flüssigkeit wird nach dem ersten Aufwallen auf dem Wasserbade bei einer Temperatur von 85° C. eine Viertelstunde weiter erhitzt und dann 5 ccm davon einem Meerschweinchen am 31. Januar in die Bauchhöhle gespritzt. Das Thier warf Anfang März völlig gesunde Junge und wird, da es keinerlei Erscheinung einer Erkrankung zeigt, zur Erhaltung der Jungen am Leben gelassen.

Versuch 4.

Impfung mit 3 Stunden lang gekochter Flüssigkeit. Negatives Resultat.

Die Flüssigkeit wird 3 Stunden auf dem Wasserbade weiter erhitzt und der dabei verloren gehende Wasserdampf, um gleiche Concentration zu erhalten, durch destillirtes Wasser ersetzt. 5 ccm davon werden am 31. Januar 1882 einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Das Thier erwies sich am 18. März, also nach 6 Wochen getödtet, als vollkommen normal. Vereinzelte, weissgelbe, kaum stecknadelkopfgrosse Pünktchen in der Leber erwiesen sich mikroskopisch als Fettanhäufungen.

Versuch 5.

Impfung mit 1 1/2 Stunden lang gekochter Flüssigkeit. Negatives Resultat.

5 ccm der gleichen Flüssigkeit, die aber in einem Glaskolben 1 1/2 Stunden bei einer Temperatur von 97° C. auf dem Wasserbade gekocht wurde, werden

einem Meerschweinchen am 31. Januar 1882 in die Bauchhöhle gespritzt. Nach 6 Wochen (16. März) wird das Thier getödtet und zeigt sich ein vollkommen normaler Befund. Nur an der hinteren Fläche des linken Leberlappens finden sich 2 hanfkorngrosse abgekapselte Abscesse, deren Inhalt sich mikroskopisch als Eiter erwies. Hier hat wohl eine mechanische Läsion bei der Impfung stattgefunden. Die Oberfläche des einen Abscesschens ist rauh und scheint hier eine leichte Verwachsung mit dem Peritoneum vorhanden gewesen zu sein, die aber bei Herausnahme der Gedärme leider übersehen wurde.

II. Versuchsreihe.

Am 24. Februar 1882 erhielt ich aus dem Schlachthause Milch einer perlsüchtigen Kuh[1]) nebst den dazu gehörigen Präparaten (Lunge mit Zwerchfell von Perlknoten dicht durchsetzt; auch fand sich Phthise der Lungen (grosse Cavernen) vor. Die Milch wird zu den Versuchen 6 und 7 verwendet.

Versuch 6.

Impfung mit Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negatives Resultat.

Ungefähr 3 ccm der Milch werden einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle injicirt. Nach 5 Wochen wird das Thier getödtet und erweist sich als völlig gesund.

Versuch 7.

Impfung mit gekochter Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negatives Resultat.

Einem Meerschweinchen werden 3 ccm der gleichen Milch in die Bauchhöhle gespritzt. Die Milch wurde jedoch vorher 5 Minuten auf einer Gasflamme im Kochen erhalten und dann noch eine halbe Stunde auf dem Wasserbade erhitzt. Das Thier erweist sich, nach 5 Wochen getödtet, als völlig gesund.

III. Versuchsreihe.

Die am 27. Februar 1882 erhaltene Milch, ebenfalls von einer perlsüchtigen Kuh stammend, wird zu den Versuchen 8, 9 und 10 verwendet. Die dazu gehörigen Lungen sind von käsigen Heerden dicht durchsetzt, Perlknoten finden sich in geringer Anzahl.

Versuch 8.

Impfung mit Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negatives Resultat.

3 ccm der Milch werden einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Das nach 6 Wochen getödtete Thier zeigt völlig normalen Befund.

---

1) Die Milch wurde im städtischen Schlachthofe von Kühen, die Symptome der Perlsucht zeigten, durch die Güte der Herren städtischen Schlachthausthierärzte Strobl und Magin vor dem Schlachten gewonnen und die klinische Diagnose nach dem Schlachten der betr. Thiere auf ihre Richtigkeit controlirt.

Versuch 9.

Impfung mit gekochter Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negatives Resultat.

Nachdem die Milch eine Viertelstunde über einer Gasflamme in einem Glaskolben beständig im Sprudeln erhalten wurde, werden 3 ccm davon einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Nach 6 Wochen wird das Thier getödtet und völlig gesund befunden.

Versuch 10.

Impfung mit gekochter Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negatives Resultat.

Von dem Theil der Milch, welcher eine Viertelstunde in einem eisernen Dampftopfe gekocht wurde, werden 3 ccm einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Nach 6 Wochen getödtet zeigt das Thier völlig normalen Befund.

IV. Versuchsreihe.

Die am 12. März 1882 vom Schlachthause übersandte Milch einer dritten perlsüchtigen Kuh wird zu den Versuchen 11, 12 und 13 verwendet.

Versuch 11.

Impfung eines Hundes mit Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negatives Resultat.

20 ccm der Milch werden einem jungen Hunde in die Bauchhöhle gespritzt. Die nach 7 Wochen vorgenommene Section ergibt völlig normale Verhältnisse.

Versuch 12.

Impfung einer Katze mit Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negatives Resultat.

10 ccm der Milch werden einer jungen Katze in die Bauchhöhle gespritzt. Die Section nach 5 Wochen zeigt vollkommen normale Verhältnisse.

Versuch 13.

Impfung mit gekochter Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negatives Resultat.

20 ccm der Milch, vor der Impfung jedoch, nach der im Haushalte gewöhnlichen Art des Kochens, eben zum Aufwallen erhitzt, werden einem jungen Hunde in die Bauchhöhle gespritzt. Nach 7 Wochen Section: Vollkommen normaler Befund.

V. Versuchsreihe.

Von einer mit käsigen Heerden und Cavernen durchsetzten phthisischen Lunge eines Menschen werden am 8. März 1883 10 g fein zerhackt, zerrieben und mit 100 ccm destillirtem Wasser versetzt. Die Flüssigkeit wird 24 Stunden zugedeckt in der Kälte stehen gelassen und dann durch Leinwand filtrirt zu den Versuchen 14—17 verwendet. In der Flüssigkeit konnten Tuberkelbacillen in Menge nachgewiesen werden.

Versuch 14.

Impfung mit tuberculöser Flüssigkeit. Versuchsthier starb nach 22 Tagen. Positives Resultat.

5 ccm der Flüssigkeit werden einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Das Thier starb am 22. Tage nach der Impfung.

Sectionsbefund: Der Impfstelle entsprechend findet sich am Peritoneum parietale ein mehr als hanfgrosses Conglomerat weissgelblicher Knötchen, das beim Einschneiden käsigen Zerfall im Innern zeigt. In der Umgebung dieser Stelle sind noch verschiedene bis stecknadelkopfgrosse, derbe, grauliche Knötchen über das Peritoneum parietale zerstreut. Das grosse Netz ist aufgerollt zu einem schmutzigweissen, derben, von grösseren und kleineren Knötchen dicht durchsetzten Wulst, der sich der grossen Curvatur des Magens innig anschmiegt. Beim Einschneiden in denselben entleert sich eine gelbe, käsige Masse. Die Gedärme sind theils unter sich, theils mit den übrigen Bauchorganen innig verwachsen, so namentlich mit der Milz. Diese ist vergrössert, auf beiden Flächen mit verschiedenen bis kleinerbsengrossen gelben Knötchen dicht besetzt. Am Zwerchfell einige miliare bis submiliare graue Pünktchen. Die Retroperitoneal- und epigastrischen Drüsen, kirschkerngross geschwellt, zeigen im Innern käsigen Zerfall. Die übrigen Organe normal. In den der Impfstelle wie dem Omentum und einem Milztuberkel entnommenen käsigen Massen finden sich Tuberkelbacillen in grosser Menge.

Diagnose: Miliartuberculose des Bauchfells, Zwerchfells und der Milz. Omentitis tuberculosa.

Versuch 15.

Impfung einer Ratte mit tuberculöser Flüssigkeit. Positives Resultat.

3 ccm derselben Flüssigkeit werden einer weissen Ratte in die Bauchhöhle gespritzt. Das Thier wird am 24. Tage nach der Impfung getödtet und zeigt folgenden Befund: Auf der Serosa des Dünndarms sitzen mehrere bis stecknadelkopfgrosse, grauweisse, derbe Knötchen, die sich mikroskopisch als ächte Tuberkel erweisen. Im grossen und kleinen Netze eine Menge miliarer, grauer Knötchen, die sich unter dem Mikroskope theils als ächte Tuberkel, theils aber als Anhäufungen von Fett entpuppen. Schon makroskopisch lassen sich erstere von letzteren durch ihre Derbheit beim Anfühlen leicht unterscheiden. Der Impfstelle entsprechend findet sich ein erbsengrosser gelblicher Heerd mit centralem eitrigem Zerfall. Doch gelang es nicht, in Schmierpräparaten Tuberkelbacillen nachzuweisen. Die übrigen Organe normal.

Diagnose: Miliartuberculose des Peritoneums.

Versuch 16.

Impfung eines Meerschweinchens mit gekochter tuberculöser Flüssigkeit. Negatives Resultat.

5 ccm der eben zum Aufwallen gekochten Flüssigkeit werden einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Das Thier wird 24 Tage nach der Impfung getödtet und zeigt völlig normale Verhältnisse. Nur finden sich

im grossen Netze einige geschwellte Drüsen und an der concaven Fläche der Milz ein stecknadelkopfgrosses weisses Knötchen. Tuberkelbacillen nirgends zu finden.

Versuch 17.

Impfung mit gekochter tuberculöser Flüssigkeit. Negatives Resultat.

3 ccm der eben zum Aufwallen gekochten Flüssigkeit werden einer Ratte in die Bauchhöhle gespritzt. 24 Tage nach der Impfung getödtet zeigt das Thier normalen Befund. Die im kleinen Netze befindlichen gelblichen, sich weich anfühlenden Knötchen erweisen sich sämmtliche als Fettanhäufungen.

VI. Versuchsreihe.

Am 18. März 1883 werden 10 g einer mit käsigen Heerden und Cavernen durchsetzten Lunge eines auf der II. med. Abtheilung des hiesigen Krankenhauses verstorbenen Phthisikers, bei dem schon während des Lebens Tuberkelbacillen im Sputum nachgewiesen waren, mit 50 ccm destillirtem Wasser versetzt, nachdem sie vorher fein zerhackt und zerrieben. Die Flüssigkeit wird in einem verschlossenen Kölbchen 24 Stunden in der Kälte stehen gelassen und dann durch Leinwand filtrirt zu den Versuchen 18, 19 und 20 verwendet. Tuberkelbacillen konnten in derselben in Menge nachgewiesen werden.

Versuch 18.

Impfung mit tuberculöser Flüssigkeit. Tod nach 11 Tagen. Positives Resultat.

5 ccm der Flüssigkeit werden einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Das Thier starb schon am 11. Tage nach der Injection.

Sectionsbefund: Am Peritoneum parietale findet sich der Impfstelle entsprechend ein ungefähr erbsengrosses Häufchen grauer Knötchen. Das grosse Netz ist wurstförmig aufgerollt zu einem höckerigen Wulst, aus dem sich beim Einschneiden eine dicke käsige Schmiere entleert. Am Blinddarm, der Serosa aufsitzend, finden sich 2 stecknadelkopfgrosse, graue Knötchen. Die Milz ist bedeutend vergrössert, die Retroperitoneal- und epigastrischen Drüsen über erbsengross geschwellt. In der Milz einige miliare bis submiliare Knötchen. Die Lungen sind collabirt, theilweise atelectatisch, das Lungengewebe intact, die übrigen Organe normal. In der aus dem aufgerollten Netze ausdrückbaren käsigen Masse finden sich Tuberkelbacillen in Menge.

Diagnose: Miliartuberculose des Peritoneums und der Milz. Omentitis tuberculosa.

Versuch 19.

Impfung mit gekochter tuberculöser Flüssigkeit. Negatives Resultat.

Von der eben zum Aufwallen erhitzten Flüssigkeit werden 3 ccm einer Ratte in die Bauchhöhle injicirt. Die nach 24 Tagen vorgenommene Section zeigt völlig normalen Befund.

Versuch 20.

Impfung mit gekochter tuberculöser Flüssigkeit. Negatives Resultat.

Von der eben zum Aufwallen erhitzten Flüssigkeit werden 3 ccm einer Ratte in die Bauchhöhle gespritzt. Die nach 24 Tagen erfolgte Section gibt normale Verhältnisse.

VII. Versuchsreihe.

Von der gleichen Lunge wie bei Versuchsreihe VI (Versuche 18, 19 und 20) werden 10 g fein zerhackt und zerrieben mit 50 ccm gesottener Milch versetzt und 24 Stunden verschlossen in einem kalten Raume stehen gelassen. Die durch Leinwand filtrirte Flüssigkeit wird zu den Versuchen 21—23 verwendet. Tuberkelbacillen waren in derselben leicht nachzuweisen.

Versuch 21.

Impfung mit tuberculöser Flüssigkeit. Positives Resultat.

5 ccm der Flüssigkeit werden einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Das Thier wird 21 Tage nach der Impfung getödtet und zeigt folgenden Befund: Der Impfstelle entspricht am Peritoneum parietale ein erbsengrosses gelbes Knötchen, das beim Einschneiden im Innern eiterige Einschmelzung zeigt. Das grosse Netz ist von seinem freien Ende her aufgerollt zu einem dicken, höckerigen, grauen Wulst und dadurch wohl um die Hälfte verkürzt. Die einzelnen Höcker zeigen beim Einschneiden käsigen Zerfall im Innern. Auch in der nicht aufgerollten Partie des grossen Netzes, sowie im kleinen Netz finden sich bis stecknadelkopfgrosse, derbe, grauweisse Knötchen. Die Milz ist etwas vergrössert, mit ihrer Umgebung allseitig verwachsen; auf ihren beiden Flächen sitzen bis hanfkorngrosse, graugelbe Knötchen in Menge, ebenfalls mit centralem eiterigen Zerfalle. Auf dem Durchschnitte zeigt sie sich von miliaren bis submiliaren grauen Knötchen dicht durchsetzt. Die Gedärme sind vielfach verwachsen, die Serosa an verschiedenen Stellen mit einem grauweissen Belage versehen, das Peritoneum parietale leicht getrübt. Die epigastrischen und retroperitonealen Drüsen sind erbsen- bis kirschkerngross geschwellt, von derber Consistenz ohne centralen Zerfall.

Leber, Herz, Lungen, Nieren normal.

Tuberkelbacillen gelang es sowohl in dem dem Netze entnommenen Käse als in dem Safte einer epigastrischen Drüse nachzuweisen.

Diagnose: Omentitis tuberculosa. Miliartuberculose des Peritoneums und der Milz.

Versuch 22.

Impfung mit gekochter tuberculöser Flüssigkeit. Negatives Resultat.

5 ccm der gleichen aber eben zum Sieden erhitzten Flüssigkeit werden einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Das nach 21 Tagen getödtete Thier zeigt vollkommen normale Verhältnisse.

Versuch 23.

Impfung mit gekochter tuberculöser Flüssigkeit. Negatives Resultat.

3 ccm der eben zum Aufwallen erhitzten Flüssigkeit werden einer Ratte in die Bauchhöhle gespritzt, die sich, nach 21 Tagen getödtet, als völlig gesund erweist.

VIII. Versuchsreihe.

Im März 1883 erhielt ich aus dem städtischen Schlachthause das Euter einer Kuh, welche an hochgradiger Perlsucht aller Organe gelitten. Die eine Hälfte des Euters war völlig normal, die andere zeigte jedoch alle Veränderungen der ächten Perlsucht. Der der gesunden Euterhälfte entnommene Milchsaft zeigt keinerlei Besonderheiten, während es schon in dem ersten Präparate des dem erkrankten Euter entnommenen Saftes, ja schon im ersten eingestellten Gesichtsfelde gelang, Tuberkelbacillen in Menge nachzuweisen. Auch in den den Perlknoten selbst entnommenen Schmierpräparaten fanden sich dieselben in grösster Anzahl. Die gewonnenen Flüssigkeiten wurden zu den Versuchen 24 und 25 verwendet.

Versuch 24.

Impfung mit Milch aus der gesunden Euterhälfte einer perlsüchtigen Kuh. Positives Resultat.

Einige Tropfen des der gesunden Euterhälfte frisch entnommenen Saftes werden mit etwas destillirtem Wasser verdünnt und die so erreichte Menge 1½ ccm einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Das nach 31 Tagen getödtete Thier zeigt folgenden Befund: Der Impfstelle entsprechend findet sich am Peritoneum parietale ein stecknadelkopfgrosses weissgelbes Knötchen. Auf der Serosa des Dünn- und Blinddarmes sitzen eine Menge grauer Knötchen von Stecknadelkopf- bis Erbsengrösse zum Theil mit centralem Zerfall. Die Gedärme sind unter sich vielfach verwachsen. Bindegewebige Hüllen schliessen die Milz rings ein und verbinden sie innig mit Magen und Bauchwandung. Dieselbe (Milz) zeigt auf ihrer Oberfläche mehrere graue Knötchen, auf dem Durchschnitte erscheint sie von miliaren weissen Pünktchen dicht durchsetzt. Der Serosa fest aufsitzend finden sich auf der hinteren Fläche des Magens bis stecknadelkopfgrosse, derbe, graue Knötchen, die auch auf das Zwerchfell und den Bauchfellüberzug der Leber ausgesät sind. Das grosse Netz ist aufgerollt zu einem mit derben Knoten, die theilweise centralen Zerfall aufweisen, dicht durchsetzten Wulst. In dem beim Einschneiden in denselben entleerten und direct auf das Deckglas gebrachten Safte lassen sich Tuberkelbacillen in Menge nachweisen. Die epigastrischen und retroperitonealen Drüsen sind bis erbsengross geschwellt, die übrigen Organe normal.

Diagnose: Omentitis et Peritonitis tuberculosa. Perisplenitis. Miliartuberculose des Peritoneums und der Milz.

Versuch 25.

Impfung mit Milch aus der tuberculös entarteten Euterhälfte einer perlsüchtigen Kuh. Positives Resultat.

2 ccm des mit Bacillen geschwängert gefundenen Milchsaftes werden einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Das Thier starb schon am 11. Tage nach der Impfung.

Sectionsbefund (vgl. Abbildung Taf. II): Der Impfstelle (1) entsprechend findet sich am Peritoneum parietale ein erbsengrosser, gelbweisser Knoten, aus dem sich beim Einschneiden eine gelbliche Schmiere entleert. Verschiedene kleinere solche Heerde finden sich zerstreut in der Umgebung desselben. Das grosse Netz (4) ist vollständig aufgerollt zu einem mit grösseren und kleineren Knötchen durchsetzten Wulst, der sich innig an die grosse Curvatur des Magens (5) anschmiegt. Die Milz (6) ist kaum vergrössert, mit ihrer Umgebung allseitig verwachsen, namentlich mit dem Magen. Auf ihrer concaven Fläche finden sich bis mehr als hanfkorngrosse, gelbliche Knötchen. Auf dem Durchschnitte zeigt sie sich von miliaren bis submiliaren weissen Pünktchen dicht durchsetzt. Knoten von gleicher Grösse wie auf der Milz sind auch auf das Zwerchfell, die Serosa des Magens und das Gekröse (2) zerstreut. Sämmtliche zeigen centralen käsigen Zerfall. Beim Einschneiden entleert sich eine dicke, gelbkäsige Schmiere, in welcher sich Tuberkelbacillen in Menge nachweisen lassen. Der Dünn- und Dickdarm ist an vielen Stellen mit einem weisslichen Belag versehen und zeigen sich mehrfache Verwachsungen. Lungen, Herz, Leber und Nieren sind normal.

Diagnose: Omentitis tuberculosa. Miliartuberculose der Milz und des Peritoneums[1]).

IX. Versuchsreihe.

Am 23. März erhielt ich wieder Milch, von einer perlsüchtigen Kuh stammend, aus dem Schlachthause. Es gelang mir nicht, Tuberkelbacillen in derselben nachzuweisen. Sie wurde zu den beiden folgenden Versuchen verwendet.

Versuch 26 und 27.

2 Impfungen mit Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negative Resultate.

Je 5 ccm der Milch wurden 2 Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Beide wurden 23 Tage nach der Impfung getödtet, erwiesen sich aber als völlig normal.

X. Versuchsreihe.

Auch in der am 28. März erhaltenen Milch von einer perlsüchtigen Kuh waren keine Bacillen zu finden. Dieselbe wurde verwendet zu

1) Das Versuchsthier wurde alsbald nach der Section photographisch aufgenommen und die Photographie getreu nach der Natur colorirt.

Versuch 28.

Impfung mit Milch einer perlsüchtigen Kuh. Negatives Resultat.

5ccm der Milch werden einer Ratte in die Bauchhöhle injicirt. Da mir das Thier krank schien, tödtete ich es am 20. Tage nach der Impfung. Die Section ergab völlig normale Verhältnisse, namentlich ein vollständig intactes Peritoneum; nur fand sich im Hinterleib eine etwa kastaniengrosse, derb anzufühlende Geschwulst, die vom linken Uterushorn ausging. Der Process erwies sich nach Prof. Bollinger als eine umschriebene, abgesackte, offenbar alte, käsig-eiterige Endometritis, deren Ursache und Entstehung nicht festgestellt werden konnte. Das linke Ovarium war zu Grunde gegangen. Beim Einschneiden fand sich eine mehrere Millimeter dicke, derbe Wandung, die Höhle mit einem schmutzig gelbgrünen, dicken Eiter ausgefüllt. Tuberkelbacillen waren in demselben nicht zu finden. Der Process hängt keinenfalls mit der Impfung zusammen und ist auch hier dieselbe als erfolglos zu bezeichnen.

Ergebnisse.

Wenn ich den Versuch mache, die aus vorliegenden Experimenten gewonnenen Resultate[1]) zusammenzufassen, so dürfte es zweckmässig sein, die beiden Eingangs gestellten Fragen gesondert zu beantworten. Was die erste betrifft: Ist die Gefahr einer Uebertragung der Tuberculose durch Milch perlsüchtiger Kühe eine so grosse wie sie von mancher Seite angenommen wird? so antworten meine Versuche entschieden mit Nein! Es gehören hierher die Versuche 6—12 und 24—28. Von den 6 aus dem hiesigen Schlachthofe erhaltenen Milchsorten, welche von ebensovielen perlsüchtigen (tuberculösen) Kühen stammten, gelang es nur mit einer (Versuch 24 und 25), Tuberculose zu erzeugen. Der Grund hierfür ist leicht zu finden: in den 5 resultatlosen Fällen waren nach Angabe des Herrn städt. Schlachthausthierarztes Strobl Perlknoten nur in Lunge und Zwerchfell zu finden, während die übrigen Organe völlig gesund waren. Die Perlsucht war also in diesen Fällen eine localisirte. In dem infectiösen Falle waren sämmtliche Or-

---

1) Vgl. die vorläufige Mittheilung von Bollinger über die Ergebnisse dieser Arbeit: Aerztl. Intelligenzblatt 1883 Nr. 16.

gane der Kuh erkrankt. Also nur wenn eine Generalisation [1]) der Tuberculose gefunden wird, scheint die Milch infectiöser Natur zu sein. Dabei braucht aber, wie Versuch 24 zeigt, das Euter oder die Euterhälfte durchaus nicht selbst erkrankt zu sein [2]).

Auch in den von Bollinger [3]), Klebs [4]), Peuch [5]) u. A. beschriebenen Fällen ist über eine specielle Erkrankung des Euters nichts angegeben. Mit meinen Versuchen stimmt eine früher ausgesprochene Ansicht Bollinger's, die er mit sicheren Fällen, in denen Fleisch und Milch perlsüchtiger Rinder ohne Nachtheil verzehrt wurden, illustrirt, vollständig überein, wenn er sagt: dass der Genuss von Milch und Fleisch perlsüchtiger Rinder nicht jene Gefahren birgt, die ihm von Gerlach u. A. zugeschrieben werden. In dem auf der Badener Naturforscher-Versammlung gehaltenen Vortrage hat er ferner sich dahin ausgesprochen, es lasse sich aus seinen Versuchen der Schluss ziehen, dass die Milch tuberculöser Kühe bei Schweinen bei längere Zeit fortdauerndem Genusse manchmal Miliartuberculose zu erzeugen im Stande ist, während gewisse Formen der Rindstuberculose in dieser Richtung ungefährlich zu sein scheinen. Meine Versuche bestätigen diese Sätze neuerdings [6]).

Aber wenn die Infectiosität der Milch auch eine seltene: dass sie vorhanden, beweisen neben vielen älteren Erfahrungen

---

1) Vgl. Johne, D. Zeitschr. f. Thiermed. Bd. 9 H. 1 S. 67. Weigert, Virch. Arch. Bd. 38 S. 311.

2) Ich will noch einmal betonen, dass in dem betr. Falle nur die eine Hälfte des Euters exquisite Perlsucht zeigte, dass aber die infectiöse Milch (Versuch 24) aus der gesunden Hälfte mit allen Vorsichtsmaassregeln gegen Verunreinigung entnommen worden war.

3) Vgl. Aerztl. Intelligenzblatt 1880 Nr. 38.

4) Klebs, Arch. f. exp. Path. 1. Bd. 2. Heft.

5) Peuch, Compt. rend. Vol. 90 Nr. 26.

6) Dafür, dass die Milch nicht die ihr zugeschriebene Infectiosität besitze, spricht auch die mir von einem hiesigen prakt. Arzte angegebene zu öfteren Malen ausgesprochene Mittheilung des Prof. Vogel in Dorpat, früher in München, dass in seinem jetzigen Wirkungskreis, wo die Perlsucht des Rindes ungemein verbreitet und die Bevölkerung sich fast ausschliesslich mit Kuhmilch, nicht wie bei uns mit Mehlspeisen nähren soll, die Miliartuberculose der Kinder eine auffallend seltene Erkrankung bilde, während sie in unserer Gegend viel häufiger von ihm beobachtet wurde.

meine Versuche 24 und 25 in drastischer Weise; und wenn wir auch zugeben, dass zu ihrer Seltenheit immer erst noch verschiedene andere Umstände, sei es nun eine ererbte Disposition, langandauernder Genuss oder Anderes hinzukommen müssen, um ihren Genuss schädlich zu machen, so müssen wir doch darnach trachten, ein Mittel zu finden, das Gift sicher zu zerstören. Denn was frägt derjenige nach aller Statistik, der eben von dem seltenen Falle betroffen wird! Dass wir nun im Kochen dieses Mittel besitzen, zeigen meine Versuche 1—5 und 14—23 in eclatantester Weise. Ich scheine hier mit so vielen in Widerspruch zu gerathen, die angeben, selbst längeres Kochen habe das tuberculöse Virus nicht zu zerstören vermocht. Aber es ist hier wohl ein scharfer Unterschied zu machen, ob man dicke Knoten oder Flüssigkeiten, in denen das tuberculöse Gift suspendirt ist, kocht. Mit letzteren hat man es sicherlich bei Versuchen mit Milch perlsüchtiger Kühe zu thun. Auch Aufrecht[1]) gibt an, tuberculöse Flüssigkeiten, länger gekocht, besässen keine Virulenz mehr. Er hat aber, wie es scheint, keinen einzigen Versuch gemacht, ob nicht schon einfaches Kochen, wie es eben im Haushalte beim Kochen der Milch geschieht, das Gleiche bewirkt. Ich habe dies durch meine Versuche ausnahmslos bestätigt gefunden[2]). Dabei ist noch zu bedenken, dass die künstlich inficirte Flüssigkeit jedenfalls noch giftiger und concentrirter ist, als die virulente Milch perlsüchtiger Kühe, wenigstens in den meisten Fällen.

Ich bin demnach zu folgendem Schlusse gekommen: Wir dürfen ohne Sorge gekochte Milch zu allgemeinem Genusse empfehlen, denn erstens ist die Virulenz derselben überhaupt eine seltene, zweitens wird eine solche durch Kochen sicher zerstört.

Was nun den Nachweis von Tuberkelbacillen in der Milch perlsüchtiger Kühe betrifft, so ist mir derselbe in dem der er-

---

1) Aufrecht, Pathol. Mittheilungen (Magdeburg 1881).

2) Klebs bezweifelt selbst seine Versuche, welche beweisen sollen, dass das Virus der Milch perlsüchtiger Kühe durch Kochen nicht zerstört werde. Vgl. Arch. f. exp. Path. 1. Bd. 2. Heft.

krankten Euterhälfte entnommenen Milchsafte (Versuch 25) allerdings leicht gelungen; dass derselbe aber diagnostisch auch für die Milch verwerthbar, wie es sich am Krankenbette und am Sectionstische so oft glänzend bewiesen, dagegen spricht entschieden Versuch 24, wobei, trotzdem keine Bacillen nachzuweisen waren, die Milch sich doch als virulent erwies. Ich will durchaus nicht behaupten, dass keine Bacillen darin enthalten waren, aber ich konnte sie eben trotz aller Uebung und Sorgfalt nicht finden; es mag wohl die geringe Anzahl derselben Schuld gewesen sein.

In den Impfproducten konnte ich mit einer einzigen Ausnahme die Bacillen nachweisen, nie aber in den Organen nichtinficirter Thiere.

Mögen meine Versuche auch von anderer Seite Nachahmung finden, um die erhaltenen Resultate zu allgemeiner Geltung zu bringen.

Zum Schlusse gestatte ich mir Herrn Prof. Dr. Bollinger für seine liebenswürdige Unterstützung und Aufmunterung zu vorliegender Arbeit meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Auch den Herren Vorständen und Thierärzten am hiesigen städtischen Schlachthofe möchte ich hier gebührenden Dank sagen für die freundliche Uebersendung des Materials.

Erklärung der Abbildung (Taf. II) zu Versuch 25.

Bauchhöhle eines Meerschweinchens geöffnet:

1. Impfstelle (die in der Umgebung derselben gelegenen gelben Knötchen mögen um ein Geringes zu gross ausgefallen sein).
2. Mesenterium; in demselben einige Tuberkel.
3. Leber.
4. Das zu einem höckerigen Wulst aufgerollte Omentum majus ist mit dem Magen nach oben geschlagen (Omentitis tuberculosa).
5. Magen (hintere Fläche).
6. Milz; der concaven Fläche sitzen Tuberkel auf.
7. Dünndarm.
8. Blinddarm.

Ueber den Gehalt verschiedener Buttersorten an flüchtigen Fettsäuren.

Von

Dr. Rudolf Sendtner,
Assistent des hygienischen Institutes München.

Die Mischung (Fälschung) der Butter mit anderen, wohlfeileren Fetten sucht man bekanntlich nach dem Gehalte der Butter an flüchtigen Fettsäuren zu bemessen. An der Untersuchungsstation des hygienischen Institutes dahier haben früher Dr. Egger und in neuerer Zeit ich dieser Untersuchungsmethode, welche von Reichert[1]) 1879 vorgeschlagen und von Meissl[2]) modificirt und vervollkommnet worden war, besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Das Verfahren, welches hierbei Anwendung fand, besteht in Folgendem:

5 g des geschmolzenen, vom Bodensatz abgegossenen und filtrirten Butterfettes werden mit 2 g Aetzkali in 50 ccm 70 procentigen Alkohols verseift, nach dem Verflüchtigen des Alkohols wird die erhaltene Seife in 100 ccm Wasser gelöst, mit 40 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 10) zersetzt und unter Zugabe von einigen Bimssteinstückchen destillirt. Hat das Destillat 110 ccm erreicht, so wird filtrirt und 100 ccm des Filtrates werden mit 1/10 Normal-Natronlauge titrirt, wobei Rosolsäure als Indicator dient. Der Gesammtmenge des Destillates entsprechend muss selbstverständlich die Anzahl der verbrauchten Cubikcentimeter der Natronlauge um 1/10 vermehrt werden.

Meissl setzt den unteren Grenzwerth für 5 g Butterfett auf 26, den oberen auf 31,8 ccm 1/10 Normal-Natronlauge.

---

1) Ztschr. f. anal. Chemie (1879) S. 68.
2) Dingler's polyt. Journal (1879) S. 229.

Da unser Augenmerk sich vorzugsweise auf den unteren Grenzwerth im Verbrauche an Alkali richtete, untersuchten wir längere Zeit hindurch verschiedene Butterproben aus uns bekannt zuverlässigen Bezugsquellen. Bis heute kann ich folgende Erfahrungen mittheilen.

I. Bezugsquelle: Herzogliche Oekonomie Kaltenbrunn am Tegernsee.

Hier findet das Swartz'sche System, rasche Aufrahmung der Milch bei niederer Temperatur und süsse Verbutterung, Anwendung.

October 1881	25,85 ccm	$^1/_{10}$ Normal-Natronlauge
December »	27,4	
Januar 1882	27,5	
» »	27,4	
» »	26,1	
» »	26,6	
Februar »	27,7	
April »	27,3	

II. Bezugsquelle: Oekonomie des Posthalters Vogl zu Seeshaupt am Starnbergersee.

Hier wird im Sommer grün, im Winter trocken gefüttert und auf gewöhnliche Art gebuttert.

October 1881	29,9 ccm	$^1/_{10}$ Normal-Natronlauge
November »	28,4	
December »	28,1	
» »	28,2	
» »	28,2	
Januar 1882	27,5	
Februar »	32,25	
» »	31,4	
März »	30,5	
April »	30,0	
» »	32,5	
Mai »	31,4	

III. Bezugsquelle: Oekonomiegut der englischen Fräulein zu Blutenburg bei Pasing.

Hier wird das ganze Jahr durch trocken gefüttert und süss gebuttert.

Monat	Jahr	ccm		Monat	Jahr	ccm	
Mai	1882	25,55 ccm	1/10 Normal-Natronlauge	August	1882	26,2 ccm	1/10 Normal-Natronlauge
»	»	26,4		»	»	26,25	
Juni	»	24,8		Januar	1883	25,0	
»	»	25,05		Februar	»	24,25	
Juli	»	24,3		»	»	25,05	
August	»	25,0		März	»	24,4	

Die Resultate dieser Untersuchungen zwingen uns, den unteren Grenzwerth im Verbrauche an Natronlauge tiefer zu setzen, als bisher angenommen war. Wir müssen vorbehaltlich weiterer Mittheilungen 24 ccm für reine Butter noch als normal gelten lassen. Daraufhin würde ich mir nicht getrauen, eine solche mit 23—23,5 ccm ohne Weiteres zu beanstanden. Unter den an unserer Station nach der Destillationsmethode untersuchten 100 Fetten waren 55 unzweifelhaft reine Butterfette, welche im Maximum 32,8, im Minimum 24,0, im Mittel 27,8 ccm 1/10 Normal-Natronlauge erforderten.

Im vorigen Jahre gab Munier[1]) sehr bemerkenswerthe Mittheilungen über den Wechsel einiger holländischer Buttersorten in ihrem Gehalte an flüchtigen Säuren, welch letztere er nach Reichert's Methode bestimmte. Dieselben bestätigen einerseits unsere eben erwähnte Erfahrung, dass der untere Grenzwerth tiefer zu setzen sei — erinnern wir uns, dass Reichert 12,5 ccm für 2,5 g Fett als solchen angenommen —, nämlich bis zu 10 ccm; andrerseits glaubte Munier aus den zahlreichen Resultaten seiner fast ein Jahr durchgeführten Untersuchungen entnehmen zu dürfen, dass der Wechsel im Gehalt an flüchtigen Fettsäuren einer Butter sich nach einzelnen Jahreszeiten richte, insoferne von Februar bis August eine merkliche Steigerung derselben, dann wieder eine stetige Abnahme stattfinde. Er schlug daraufhin für einzelne Monatsgruppen gewisse Grenzwerthe als Norm vor. Wenn auch diese Regelmässigkeit in der Zu- und Abnahme der flüchtigen Fettsäuren an den oben mitgetheilten Versuchsreihen im Allgemeinen nicht zu erkennen war, so ist doch an der von [illegible] gelieferten Butter von Februar an eine plötzliche bedeutende Zunahme an flüchtigen Säuren bemerkbar gewesen. Im Uebrigen aber [illegible] der Wechsel ein ganz unregelmässiger.

---

1) Ztschr. f. anal. Chemie (1882) 21. Jahrg., S. 391

Munier schreibt diese Veränderung weniger der Fütterungsart als vielmehr dem Beginne und der Beendigung der Lactationsperiode zu. Mit dieser Ansicht stimmen die Ergebnisse aus Blutenburg wenigstens indirect überein. In dieser Oekonomie eines Frauenklosters werden nur sogenannte Milchkühe, und diese erst von der 5. Woche nach dem Kalben an, nie schwangere Kühe, oder Kühe mit Kälbern gehalten. Wenn eine Kuh nur wenig Milch mehr gibt, wird sie nicht vom Stiere belegt, sondern verkauft und dafür eine bereits seit längerer Zeit in Laktation befindliche Kuh wieder eingestellt. Es ist nun unter Berücksichtigung von Munier's Beobachtung vollkommen erklärlich, dass die von dorther bezogene Butter einerseits geringeren, andrerseits einen so wenig wechselnden Gehalt an flüchtigen Fettsäuren zeigt.

Müssen wir auch Munier's Grenzwerthe nach einzelnen Monaten für die im Umkreise seiner Untersuchungsthätigkeit producirte Butter gelten lassen, im Allgemeinen sind sie jedenfalls nicht bindend. Wechselt ja auch die Milch in ihrem Gehalte an Trockensubstanz nach Oertlichkeit, Fütterungsweise etc. Seine Untersuchungen müssen aber von jedem, der nach Reichert's Methode arbeitet, wohl beachtet werden — insoferne er 10^{ccm} $^{1}/_{10}$ Normal-Natronlauge als unterste Grenze für $2^{1}/_{2}{}^{g}$ reine Butter gefunden.

Wir, die wir nach Meissl's Modification arbeiten, haben nach den in Blutenburg gemachten Erfahrungen 24^{ccm} anzunehmen.

Leidet nun die Brauchbarkeit der Methode nicht ganz erheblich durch dieses Zugeständniss an Einbusse? Müssen, da wir Schwankungen von $24—33^{ccm}$ begegnen, nicht grossartige Fälschungen auf diese Weise sich unserm Blicke entziehen?

Um diese Bedenken beantworten zu können, haben wir uns den von Reichert aufgestellten Formeln, welche Meissl seiner Modification entsprechend anpasste, zuzuwenden.

Reichert erkannte durch Analysen selbstgefertigter Fettgemische zuerst, dass der Gehalt an Butterfett und der Verbrauch an Natronlauge im gleichen Verhältnisse zunehme.

Nach der bekannten Formel:

$$B = a\,(n - b)$$

glaubte er den wahrscheinlichen Gehalt einer Fettmischung an Butterfett finden zu können, wenn man die Werthe von a und b so wählt, dass sie dem wahrscheinlichsten Verbrauch an Natronlauge für reine Butter und die zur Fälschung angewendeten Fette entsprechen. Diese Formel hat ihre volle Berechtigung da, wo es sich um Analysen von Gemischen handelt, deren einzelne Fette wir vorher nach Reichert geprüft, wo wir also den Verbrauch an Alkali für die zur Mischung genommene Butter und für das dazu verwendete andere Fett kennen. Benutzen wir also dieselbe, um zunächst festzustellen, wie gross der Fehler sei, den wir unter Annahme von 24 ccm Alkali zur Neutralisation der Fettsäuren bei einer Butter im schlimmsten Falle machen können. Unter den denkbar schlimmsten Fall rechne ich folgendes Beispiel:

Eine Butter, welche 32,8 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natron erforderte, würde mit Cocosfett oder Kunstbutter gefälscht. Ich wähle diese beiden, da sie von allen hier geprüften Fetten gegenüber der Butter die verhältnissmässig höchste Menge Alkali erforderten, nämlich 7,6 und 7,7 ccm.

Hier wird $a = 3{,}982$; also wenn wir 24 ccm annehmen, dann ist:

$$\begin{aligned} B &= 3{,}982\ (24 - 7{,}7) \\ &= 3{,}982 \times 16{,}3 \\ B &= 65\ \%\ \text{reines Butterfett} \\ &\quad + 35\ \%\ \text{fremdes Fett.} \end{aligned}$$

Diesen unwahrscheinlichen Fall, dass eine Butter mit dem denkbar niedrigsten Gehalt an flüchtigen Fettsäuren mit einem andern, an solchen Säuren so reichen Fette, dass dafür 7,7 ccm erforderlich wären, gefälscht würde, zugegeben, entginge uns also nach Reichert-Meissl's Methode ein Zusatz von 35 %. Erinnern wir uns an den Maximalfehler der Hehner'schen Methode von 50 % !

Legen wir die an unserer Station gefundenen Mittelwerthe zu Grunde, nämlich für Butter 27,8 ccm (Mittel von 55 reinen Proben) und für fremde Fette 2,5 (Mittel aus 14 Proben), so berechnet sich bei Annahme von 24 ccm als unterste Grenze ein durchschnittlicher Fehler von 15 %; nach Hehner beträgt derselbe 28,7 %, wie Fleischmann und Vieth[1]) nachwiesen.

---

1) Ztschr. f. anal. Chemie (1878) 17. Jahrg., S. 287.

Um den der Methode anhaftenden Maximalfehler festzustellen, musste ich mich den Formeln zuwenden. Wie schon erwähnt, können wir an ihrer Hand bei Analysen selbst präparirter Mischungen die Exactheit der Methode erkennen.

Meissl, Medicus und Scherer, auch ich, haben Analysen in dieser Richtung veröffentlicht. Vor der Anwendung der Formel aber zur Berechnung einer Fälschung in uns zur Prüfung vorgelegten Proben möchte ich warnen. Eine Durchschnittsformel, wie Reichert und Meissl gaben, hat nach den neuerdings gemachten Erfahrungen ebensowenig Werth als die von Hehner vorgeschlagene Formel, welche Formeln sich in vielen Büchern finden. Wir müssten uns begnügen, eine Fälschung von circa so und soviel Procent anzugeben, die aber ebensogut um 10, ja nach Hehner um 30 % höher oder niedriger sein könnte, — oder besser auf Zahlenangaben einfach verzichten. Eine Fälschung unter 1/3 findet aus rationellen Gründen kaum statt. Diese macht sich in jedem Falle bemerkbar. Unter den an der hiesigen Station vorgekommenen Fällen einer Schmalzfälschung kam ein einziges Mal vor, dass 21,7 ccm Natronlauge erforderlich waren. Dieses Fettgemisch besass einen lebhaft an Cocosfett erinnernden Geruch und Geschmack, daher wir es beanstanden mussten, auch wenn uns die Menge des nöthigen Alkalis nicht dazu hätte bewegen können.

In allen übrigen Fällen bewegten sich die Cubikcentimeter Alkali um 17, 14, 12, 11, 8, 7, 6, 5, 1 und 0,9. Kunstbutter von einer hiesigen grossen Fabrik erforderte 7,7 ccm. Dieselbe wird aus Oleomargarin und Milch gefertigt. Solche ohne Milchfett erforderte nur 0,9 ccm [1]).

Nach der Meissl'schen Methode wurden an hiesiger Station seither 100 Fettproben geprüft, stets mit dem gleichen Erfolge, dass Controlanalysen, die durchgehends gemacht wurden, im schlimmsten Falle eine Abweichung von nur 0,4 ccm zeigten.

---

1) Es sei mir gestattet, bei dieser Gelegenheit auf ein in der Kunstbutterfabrikation besonders beliebtes Färbemittel aufmerksam zu machen, es ist ungebleichtes Palmöl.

Ueber das Vorkommen blau gefärbten Zelleninhaltes in der Kleberschicht von Roggenkörnern.

Von

Dr. E. Egger,

Vorstand des chem. Untersuchungsamtes für die Provinz Rheinhessen. Mainz.

Die Frucht des Roggens besitzt im Allgemeinen eine graubräunliche Farbe. Bei genauerer Betrachtung sehen wir jedoch, dass Farbenabstufungen von gelb bis zu tiefbraun vorhanden sind und an dem Korne sich zuweilen eine blaugrüne Färbung bemerkbar macht. Diese Farbenunterschiede kommen noch mehr zur Geltung, wenn man von der Frucht die äusseren Zellschichten entfernt.

Fertigt man von den Stellen, welche diese blaugrüne Färbung zeigen, Schnitte und bringt diese unter das Mikroskop, so beobachtet man, dass einzelne der Kleberzellen intensiv blau gefärbt sind. Die Blaufärbung erscheint deutlicher, wenn man die Schnitte statt in Wasser in Glycerin legt; sie verbreitet sich jedoch, wie schon bemerkt, nicht über die ganze Kleberzellschicht, sondern beschränkt sich meist auf kleinere Zellpartien und manchmal sogar nur auf einzelne Zellen, während die benachbarten keinerlei Färbung erkennen lassen.

Durch verdünnte Salzsäure und Schwefelsäure wird die blaue Farbe in roth übergeführt; durch Zusatz von verdünnter Kalilauge geht sie in gelb über. Lässt man nunmehr wieder Salzsäure oder Schwefelsäure im Ueberschusse zutreten, so wird die rothe Farbe wieder hergestellt.

Zerreibt man in einer Schale eine Anzahl Körner, welche diese Färbung zeigen und übergiesst die nach dem Absieben des Mehles zurückbleibende Kleie in einem Reagircylinder mit salz-

säurehaltigem Alkohol, wie solchen Vogl[1]) bei der Prüfung des Mehles auf Beimengung von Kornrade, Taumellolch, Wicken, Mutterkorn etc. verwendet, nämlich Alkohol von 70 % mit 5 % Salzsäure —, so wird der Alkohol alsbald rosaroth gefärbt.

In der uns zu Gebote stehenden Literatur konnten wir keinerlei Notizen über das Vorkommen von Blaufärbungen in den Kleberzellen des Roggens auffinden, doch scheint es weit verbreitet und nicht an eine Roggensorte einer bestimmten Gegend gebunden zu sein; denn wir konnten diese Erscheinung bei bayrischem, rheinischem, ungarischem und russischem Roggen beobachten. Am häufigsten fanden sich Körner mit blaugrüner Färbung in einem aus dem bayrischen Gebirge stammenden Roggen.

Ob nun diese Blaufärbung als eine Zwischenstufe der Braunfärbung der Körner anzusehen ist, oder ob andere Ursachen diese Erscheinung bedingen, vermögen wir vorderhand nicht zu deuten und müssen weitere Beobachtungen hierüber Aufschluss bringen.

---

1) Die gegenwärtig am häufigsten vorkommenden Verfälschungen und Verunreinigungen des Mehles. Wien bei Manz.

Ueber den Nachweis und die Giftigkeit des Kohlenoxyds und sein Vorkommen in Wohnräumen.

Von

Dr. Max Gruber,

Privatdocent der Hygiene a. d. Universität Wien.

(Aus dem hygienischen Institute zu München.)

Ein so gefährlicher Stoff, wie das Kohlenoxyd, das in grossen Massen, als Bestandtheil des Leuchtgases, von uns künstlich hergestellt und durch unsere Strassen, in unsere Häuser, in unsere Schlafstuben eingeleitet wird, verpflichtet ohne Zweifel den Hygieniker zum genauesten Studium seiner Beziehungen zur Gesundheit, auch wenn nicht alle Befürchtungen gegründet sein sollten, die man seinetwegen gehegt hat.

Ich folgte daher sehr gerne der Anregung meines verehrten Lehrers, Herrn Geheimerath v. Pettenkofer, zu den folgenden Versuchen[1]), welche insbesondere mit Rücksicht auf die Frage angestellt wurden, ob von der Verwendung eiserner Oefen, z. B. eiserner Coloriferen bei Luftheizungen, wirklich jene Gefahren drohen, welche man aus der Thatsache der Permeabilität glühenden Eisens für Kohlenoxydgas gefolgert hatte.

Wenn über diese Frage trotz zahlreicher Untersuchungen so lange Meinungsdifferenzen bestanden, so lag dies hauptsächlich an zwei Lücken in unseren Kenntnissen. Erstens besass man keine unzweideutige Methode zum Nachweise kleinster Mengen von Kohlenoxyd und verwendete vielfach hierzu Methoden, deren

1) Eine Mittheilung dieser Untersuchungen erfolgte in etwas kürzerer Form bereits in den Sitzungsber. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Classe, 1881, Sitzung vom 5. Februar, S. 203.

Beweiskraft mit Recht bestritten wurde und zweitens fehlten systematische Versuche über die Giftwirkungen minimaler Mengen dieses Gases und über die etwaige untere Verdünnungsgrenze, bei der seine Gesundheitsschädlichkeit erlischt.

Meine Versuche galten daher zunächst der Prüfung einiger vor Kurzem erst publicirter analytischer Methoden und der Feststellung der Giftwirkungen von hochgradig verdünntem Kohlenoxydgase. Auf Grund der hierbei gewonnenen Erfahrungen sollten dann einige in praktischer Verwendung stehende verdächtige Heizungsanlagen qualitativ und womöglich auch quantitativ auf Verunreinigung der Wohnungsluft mit Kohlenoxyd untersucht werden.

I. Ueber den Nachweis des Kohlenoxydgases in der Luft.

Um das Vorhandensein irgend eines bestimmten chemischen Individuums sicher nachzuweisen, bedarf man einer Reaction, die entweder überhaupt oder doch wenigstens unter den besonderen Bedingungen der Beobachtung ausschliesslich diesem gesuchten Stoffe zukommt.

Prüft man von diesem Gesichtspunkte aus die Methoden, die zum Nachweise des Kohlenoxydes verwendet werden, so findet man einige derselben sehr unzuverlässig. Wenn man z. B. die zu untersuchende Luft von Kohlensäure befreit, über glühendes Kupferoxyd leitet, hierbei Neubildung von Kohlensäure beobachtet und daraus auf einen Gehalt der untersuchten Luft an Kohlenoxyd schliesst, so ist dies nicht gerechtfertigt, denn auch Kohlenwasserstoffe können in diesem Falle die Quelle der neugebildeten Kohlensäure gewesen sein. Deshalb wird bei dieser Methode zwar ein negatives Resultat die Abwesenheit von Kohlenoxyd beweisen, ein positives aber nicht seine Anwesenheit; um so weniger als die Methode ohnehin die sorgfältigste Ausführung erfordert, wenn nicht von aussen eindringende kohlensäurehaltige Luft Täuschungen hervorbringen soll.

Ebensowenig Beweiskraft kommt dem Entstehen eines schwarzen Niederschlages in einer Palladiumchlorürlösung zu, falls ein solcher beim Durchleiten von Luft erscheint. Denn diese Fällung kann

ausser durch Kohlenoxydgas auch durch Ammoniak, Schwefelwasserstoff, schwere und leichte Kohlenwasserstoffe bedingt sein, und wenn es auch gelingt, durch verschiedene Absorptionsflüssigkeiten die Luft vor dem Passiren der Palladiumlösung von den ersterwähnten Stoffen zu befreien, so besitzen wir doch kein diesbezügliches Mittel für die leichten Kohlenwasserstoffe z. B. für das Sumpfgas, das demnach bei diesem Verfahren, falls es in der Luft sich befindet, in die Palladiumlösung gelangen, dort Reduction bewirken und demnach für Kohlenoxyd gehalten werden muss.

Eine durchaus charakteristische Reaction des Kohlenoxydes ist dagegen sein Verhalten zum Hämoglobin. Die beim Schütteln von Blut und Kohlenoxyd sich bildende Verbindung, Kohlenoxydhämoglobin, ist denn auch in neuerer Zeit zum Nachweis kleiner Mengen des Gases verwendet worden. Doch bedarf es hierzu eines Kunstgriffs.

So charakteristisch diese Verbindung und ihr Verhalten im Spectralapparate, die Lage ihrer Absorptionsstreifen und deren Unveränderlichkeit gegenüber Reductionsmitteln ist, so hat diese Reaction doch nur geringe Schärfe, sobald es sich um kleine Mengen Kohlenoxyd handelt und unverdünntes oder wenig verdünntes Blut zur Absorption des Gases verwendet wird. Denn da sich dann die geringe Menge Kohlenoxydhämoglobin unter viel Oxyhämoglobin vertheilt, welch letzteres unter dem Einflusse von Reductionsmitteln den einen breiten Absorptionsstreifen des reducirten Hämoglobins annimmt, so kommt es, dass dieser breite und intensive Streifen den Zwischenraum der beiden Kohlenoxydhämoglobinstreifen im Spectrum ausfüllt und so die Erkennung dieser letzteren verhindert.

H. W. Vogel[1]) hat aber gezeigt, dass die Empfindlichkeit der Reaction ganz bedeutend zunimmt, wenn man zur Absorption des Kohlenoxydes hochgradig verdünntes Blut verwendet. Dann verbindet sich ein relativ grösserer Theil des vorhandenen Hämoglobins mit diesem Gase, die Menge des gleichzeitig vorhandenen Oxyhämoglobins ist relativ geringer, in Folge dessen treten die

1) Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 10 S. 794, Bd. 11 S. 235.

Spectralstreifen der Kohlenoxydverbindung deutlicher hervor, um so mehr als der weniger intensive Absorptionsstreifen des reducirten Hämoglobins bei zunehmender Verdünnung viel früher unsichtbar wird als sie.

Vogel ist es auf diese Weise gelungen, Kohlenoxyd in 2—300 ccm Luft mit einem Gehalte von 2,5 ‰ sicher nachzuweisen. Seine Methode ist sehr bequem (man schüttelt einfach höchst verdünntes Blut mit der verdächtigen Luft, reducirt und betrachtet durch den Spectralapparat) und bei positivem Erfolge durchaus zuverlässig.

Wenn aber Vogel aus dem Umstande, dass bei höherer Verdünnung des Kohlenoxydes der Nachweis auf diesem Wege nicht mehr gelingt, folgerte, dass bei 2,5 ‰ die Grenze des Partiardruckes des Kohlenoxydes liege, unterhalb welcher die Bildung der dissociirbaren Verbindung Kohlenoxydhämoglobin nicht mehr möglich sei, dass also bei 2,5 % Kohlenoxydgehalt der Luft die Grenze seiner Giftigkeit liege und seine Methode den Nachweis jeder rücksichtswerthen Menge dieses Gases gestatte, so war diess zu weit gehend.

Wie die Vergiftungsversuche, über die weiter unten berichtet werden wird, beweisen, äussert das Kohlenoxyd noch in weit grösserer Verdünnung Giftwirkungen und es bedarf also zu seinem Nachweise einer noch empfindlicheren Methode.

Hempel[1]) empfiehlt, statt der Blutlösung, lebende Thiere (Mäuse) zur Absorption des Gases zu verwenden und dann deren Blut weiter nach Vogel zu behandeln, wobei es möglich sein soll, noch 0,5 ‰ Kohlenoxyd zu entdecken. Ich habe mich aber von den Vortheilen dieses Verfahrens bei wiederholter Nachprüfung nicht überzeugen können.

Ebensowenig, wie Fodor[2]), gelang es mir, Mengen, die weniger als 1,0 ‰ Kohlenoxyd betrugen, zu entdecken, obwohl ich durch zahlreiche Beobachtungen für die Spectraluntersuchung geübt war. Schon der Nachweis von 1,0 ‰ Kohlenoxyd, der nach

1) Ztschr. f. analyt. Chem. Bd. 18 S. 399.

2) Deutsche Vierteljahrsschrift f. ö. Ges.-Pflege Bd. 12 3. Heft.

Hempel auch möglich ist, wenn man bei Vogel's Verfahren grössere Luftvolumina verwendet, ist unsicher.

Ganz vortreffliche Resultate liefert dagegen die von Fodor[1]) empfohlene Methode. Sein Verfahren beruht auf der zweckmässigen Combination der Absorption des Kohlenoxyds durch Blut und der Reduction des Palladiumchlorürs durch das Kohlenoxyd. Die letztere Reaction ist ausserordentlich empfindlich, viel empfindlicher als die optische im Spectralapparat; mittels der Absorption durch Blut dagegen wird das Kohlenoxyd von den Kohlenwasserstoffen getrennt, die vom Blute, wenigstens aus den Verdünnungen, wie sie in Wohnräumen vorkommen können, nicht absorbirt werden. Fodor schüttelt 10—20 Liter der Luft mit mässig verdünntem Blute 15—20 Minuten lang und erhitzt das Blut in einem Kölbchen zum Sieden, während Luft durch dasselbe gesaugt wird, die vorher Palladiumchlorür und hinterher Bleizuckerlösung, verdünnte Schwefelsäure und abermals Palladiumchlorürlösung durchstreicht. Ein in der letzteren Lösung auftretender schwarzer Niederschlag von reducirtem Palladium beweist zuverlässig die Anwesenheit von Kohlenoxyd in der geprüften Luft. Ich habe Fodor's Angabe, dass es mit diesem Verfahren gelinge, noch 1 Theil Kohlenoxyd in 20,000 Theilen Luft aufzufinden, vollkommen bestätigt gefunden. Ja die Grenze liegt sicherlich noch tiefer.

Nur hat man bei der Ausführung sorgfältig darauf zu achten, dass das Blut, sogleich nach der Absorption des Gases, rasch zum Sieden erhitzt werde und dass das Durchsaugen von Luft 3—4 Stunden lang fortgesetzt werde. Versäumt man diese Vorsichtsmaassregeln, dann können, wie ich mich überzeugt habe, auch grössere Kohlenoxydmengen der Beobachtung entgehen.

Ich habe mich von der Zuverlässigkeit von Fodor's Methode durch zahlreiche Versuche überzeugt. Niemals misslang der Nachweis, wenn ich der Untersuchungsluft Kohlenoxyd zugefügt hatte und die obigen Vorsichtsmaassregeln anwendete; andrerseits erhielt ich niemals bei zahlreichen Controlversuchen auch nur

1) a. a. O.

spurenweise Reduction bei Anwendung von normalem Blute oder von Blut, das mit gewöhnlicher Zimmerluft geschüttelt worden war. Ich überzeugte mich auch davon, dass Kohlenwasserstoffe in der Menge, wie sie in Wohnräumen vorkommen können, einen Kohlenoxydgehalt nicht vortäuschen können, indem Blut, das mit Luft geschüttelt wurde, die in 20 Litern 260 ^{ccm} kohlenoxydfreies Leuchtgas enthielt, keine Reduction von Palladium bei der Behandlung in Fodor's Apparat bewirkte.

Wenn also auch Fodor's Verfahren einen etwas complicirten Apparat und ein grösseres Maass von Geschicklichkeit in der Ausführung beansprucht, so gewährt es doch den ausserordentlichen Vortheil, dass es den sicheren Nachweis von Kohlenoxydmengen gestattet, die, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht, weit unterhalb der Grenze der Giftwirkung liegen.

II. Die Giftwirkungen des verdünnten Kohlenoxydgases.

Um die hygienische Bedeutung des Kohlenoxydes richtig beurtheilen zu können, ist es nothwendig, die Wirkungen kleiner Dosen des Gases zu kennen, denn nur in sehr verdünntem Zustande kann es unter den uns hier beschäftigenden Umständen auf uns einwirken.

Sollten die hierüber anzustellenden Versuche entscheidende Resultate liefern, so mussten sie so angeordnet werden, dass die Versuchsthiere längere Zeit hindurch Gasgemische von gleichmässigem, genau bekanntem Kohlenoxydgehalte athmen und im Uebrigen unter möglichst normalen Verhältnissen leben konnten, insbesondere nicht etwa gleichzeitig unter Sauerstoffmangel oder Kohlensäureanhäufung zu leiden hatten, Umstände, die oft bei derartigen Versuchen nicht genügend beachtet werden. Es handelte sich vor Allem um möglichst reichliche Zufuhr eines Luftgemisches vom gewünschten Kohlenoxydgehalte.

Da es unmöglich war, die erforderlichen grossen Mengen der Luftgemische vor dem Versuche herzustellen, so musste dafür gesorgt werden, die Gase während des Versuches mit ausreichender Genauigkeit und Gleichmässigkeit zu mischen und den Kohlenoxydgehalt der Mischung zu ermitteln. Diesen Anforderungen

genügte der folgende Apparat, der auf Anwendung der Gasuhr beruht, die sich zu derartigen toxikologischen Untersuchungen von Gasen vortrefflich eignet.

Die Versuchsthiere (Kaninchen und Hühner) wurden in den kleinen Kasten des kleinen, von Voit modificirten Pettenkofer'schen Respirationsapparates gesetzt, mit Futter und Wasser versorgt.

Die Fugen an der Thüre des Kastens wurden mit Klebwachs verschlossen, so dass die äussere Luft nur durch das am Kasten befindliche Luftzufuhrrohr eintreten konnte und hierauf der Kasten durch eine mässige, aber ausreichende Luftmenge ventilirt.

In das Zufuhrrohr tauchte auf ²/₃ der Länge eine engere Gaszuleitungsröhre, durch welche aus einem grossen Glasgasometer unverdünntes oder schon vorgängig mit Luft verdünntes Kohlenoxydgas zugeführt wurde. Das aus dieser Röhre austretende giftige Gas wurde durch den eintretenden Luftstrom sofort verdünnt und in das Innere des Kastens geführt. Aus dem Gasometer wurde es durch Wasser verdrängt, das mit gleichmässiger, durch einen Hahn regulirbarer Geschwindigkeit zufloss. Für die Gleichmässigkeit des Wasserzuflusses wurde in verschiedener Weise gesorgt.

Bei einigen Versuchen diente als Wasserreservoir ein grosses mit Wasser gefülltes Blech-Gasometer der gewöhnlichen Form, das zu einer Mariotte'schen Flasche adaptirt war, indem in das am Boden befindliche seitliche Ansatzrohr, das gewöhnlich zum Füllen des Gasometers mit Gas dient, die Röhre eingesetzt wurde, durch welche das Wasser in das Kohlenoxydgasometer ausströmen sollte, während alle oben am Gasometer befindlichen Oeffnungen geschlossen wurden mit Ausnahme des bis zum Boden reichenden Wasserrohres, durch welches also bei dieser Anordnung allein die das Wasser ersetzende Luft nachdringen konnte. So strömte das Wasser aus unter dem gleichmässigen Drucke einer Wassersäule, deren Höhe durch den unveränderlichen Abstand der unteren Oeffnungen des nunmehrigen Luftzuleitungsrohrs im Wassergasometer und des Wasserzuleitungsrohrs im Kohlenoxydgasometer bestimmt wurde.

Bei anderen Versuchen diente als Wasserreservoir eine grosse, 2-halsige Woulff'sche Flasche, in welcher das Wasserniveau durch auswechselbare Berzeliusflaschen auf constanter Höhe erhalten wurde. Diese Anordnung gestattete jederzeit ohne Unterbrechung des Versuches durch Wägung der Berzeliusflaschen die Grösse des Wasserausflusses zu constatiren und darnach die Kohlenoxydzufuhr zu reguliren und in Bezug auf ihre Gleichmässigkeit zu controliren.

Das Kohlenoxyd im Gasometer stand unter Atmosphärendruck und musste auf seinem Wege zum Respirationskasten nur ein, wenige Millimeter hohes Wasserventil passiren. Am Anfang und am Schlusse des Versuches wurde das Gasometer gewogen und aus der Gewichtsdifferenz in bekannter Weise unter Berücksichtigung der Temperatur die Menge des verbrauchten Kohlenoxyds bestimmt. Aus den Angaben der Gasuhr des Respirationsapparates ergab sich die Gesammtventilation des Kastens und aus dem Verhältnisse von Ventilation und Kohlenoxydverbrauch der Procentgehalt der Athemluft an diesem Gase.

Schwankungen des Procentgehaltes der Luft konnten nur durch rasche Temperaturwechsel während des Versuchs herbeigeführt werden, die übrigens niemals bedeutend waren. Auch konnte die Veränderung der Dichtigkeit des Gases in dem circa 20 Liter fassenden Gasometer bei den mässigen Temperaturunterschieden keinen berücksichtigungswerthen Einfluss haben auf den Procentgehalt der vergleichsweise sehr bedeutenden ventilirten Luftmengen (circa 350 Liter pro Stunde).

Ich habe mit diesem Apparate 14 Versuche an Kaninchen und Hühnern angestellt, deren Protocoll hier kurz folgt:

1. Versuch. Grösseres, graues Kaninchen 2165g.

1. Juli. Bei den Vorbereitungen zum Versuch tritt einige Zeit Kohlenoxyd[1]) in den Kasten über, ohne dass ventilirt wird. Das Thier befand sich daher anfänglich in einem concentrirteren Kohlenoxydgemische als später.

Beginn des Versuches $10^h - 6^h 45$ abends, 380 Liter Luft per Stunde mit 0,20 % CO, **Dauer 9 Stunden.** Das Thier beginnt sofort sehr rasch und angestrengt

1) Das Kohlenoxyd wurde zu sämmtlichen Versuchen aus Ameisensäure dargestellt und mit Kalilauge gewaschen. Einige Male wurde auch Kohlenoxyd verwendet, das durch Kupferchlorür absorbirt und dann daraus wieder entwickelt wurde.

zu athmen; 10 h 15 liegt flach auf dem Bauche mit ausgestreckten Vorderbeinen, Kopf erhoben, aus dem geöffneten Maule tropft Speichel, Ohren, Nase und Lider stark geröthet, reagirt nicht auf Erschrecken; 10 h 30 richtet sich auf, fällt dabei, vermag die Hinterbeine nicht anzuziehen, die weit ausgestreckt sind; 10 h 45 zieht die Hinterbeine wieder an, athmet langsamer; 10 h 55 sitzt zusammengekauert, der Kopf ruht auf dem Rande der Tasse, auf der das Thier sitzt; 11 h 15 sitzt aufrecht; 12 h 35 sitzt fortwährend unbeweglich, athmet rasch und angestrengt, jeder Versuch der Bewegung ruft heftige Dyspnoë hervor; 1 h säuft wiederholt, Gang taumelnd, fällt öfter; 3 h 35 unverändert; 5 h hat nichts gefressen, liegt ausgestreckt, Kopf seitwärts gesunken; 5 h 25 setzt sich schwankend auf, lässt den Kopf hängen; 6 h ist wieder zusammengesunken; 6 h 45 in derselben Stellung, sinkt zeitweise nach der Seite um und rafft sich dann wieder auf. Von 6 h 45 — 2. Juli 8 h 15 wird weniger Kohlenoxyd zugeleitet, 350 Liter Luft per Stunde mit 0,08 % CO, **Dauer 13½ Stunden.** Am Morgen ist das Thier ziemlich munter, hat auch von den Rüben einen beträchtlichen Theil gefressen. Von 8 h 15 — 11 h, 348 Liter Luft per Stunde mit 0,17 %, **2¾ Stunden.** Von 9 h sitzt das Thier zusammengekauert, mühsam athmend, Kopf ruht zur Seite gesunken am Bord der Tasse; um 11 h dieselbe Situation. Ende des Versuchs.

2. Versuch. Kleines Kaninchen 1172 g.

2. Juli 5 h abends — 3. Juli 7 h früh, 0,076 %, **14 Stunden,** von 7 — 9 h 0,085 %, **2 Stunden,** von 9 — 10 h kein CO, von 10 — 6 h abends 0,076 %, **8 Stunden.** Das Thier hat gefressen, sitzt meist ganz ruhig, zeigt dabei nichts auffallendes. Bei Bewegung heftige Beschleunigung des Athmens. Von 6 h abends an mehr CO 0,4 %. 6 h 15 Thier athmet sehr angestrengt, schwankt heftig beim Versuche sich zu bewegen. 6 h 20 springt auf, stürzt dabei auf die andere Seite und bleibt nun schwer mit offenem Maule athmend liegen. 6 h 25 wird das Thier in Freiheit gesetzt. Vermag seine Beine nicht zu bewegen und athmet heftig und angestrengt. Nach einer halben Stunde im Stall ist es wieder ziemlich munter.

3. Versuch. Grösseres Kaninchen wie bei 1.

8. Juli 8 h 30 — 11 h 30 abends, 346 Liter Luft per Stunde mit 0,022 %, **15 Stunden.** 11 h 30 abends — 9. Juli 9 h 15, 348 Liter mit 0,024 %, **9¾ Stunden.** Das Thier ist stets völlig munter und frisst sehr viel Rüben und Gras.

4. Versuch. Grosses weisses Kaninchen 2774 g.

12. Juli 8 h 25 früh — 12 h **kein CO.** 357 Liter Ventilation pro Stunde. Thier ganz frisch. 12. Juli 12 h — 13. Juli 8 h früh, 356,5 Liter mit 0,05 % CO, **20 Stunden.** 13. Juli 8 h — 3 h, 344 Liter mit 0,024 %, **7 Stunden.** 13. Juli 3 h — 14. Juli 11 h Vorm., 357 Liter mit 0,020 %, **20 Stunden.** Während der ganzen Zeit ist am Thiere nicht die geringste abnorme Erscheinung zu bemerken.

5. Versuch. Kleines Kaninchen vom 2. Versuch.

14. Juli 5 h 30 — 15. Juli 8 h, 365 Liter Luft per Stunde mit 0,027 %, **14½ Stunden.** Das Thier ist am Morgen ganz munter und fresslustig;

8^h — 6^h abends, 347 Liter mit 0,077 % CO, **10 Stunden.** 9^h das Thier verhält sich ruhig; 3^h das Thier sitzt stets ruhig und athmet etwas angestrengt, frisst aber; 6^h unverändert. 15. Juli 6^h abends — 16. Juli 8^h morgens, 349 Liter per Stunde 0,059 %, **14 Stunden.** Das Thier scheint frischer zu sein. 8 — 10^h **kein** CO; von 10 — 6^h abends, 345 Liter 0,136 %, **8 Stunden.** Das Thier verhält sich möglichst ruhig, frisst nicht, flaches, sehr beschleunigtes Athmen, das leicht in Dyspnoë übergeht.

6. Versuch. Kleines, graues Kaninchen 1348^g.

23. Juli 9^{h}30 — 12^{h}30, 0,263 %, **3 Stunden.** 10^h das Thier sitzt flach mit weit ausgestreckten Vorderbeinen, speichelt, fliegender Athem; 10^{h}25 liegt auf der Seite, kann die Hinterbeine nur unvollkommen bewegen; 11^h liegt in höchst unbequemer Stellung, theilweise zwischen Tassenrand und Kastenwand eingeklemmt; auf Anklopfen zieht es die Hinterbeine nach mehreren vergeblichen Versuchen an um 11^{h}10; 12^h sitzt zusammengesunken, schnell athmend, Augen halb geschlossen, reagirt nicht auf Klopfen; 12^{h}30 unverändert, Kopf zur Seite auf die Unterlage herabgesunken. 12^{h}30 — 3^{h}30 0,227 %, **3 Stunden.** 3^{h}30 athmet schwer, langsamer und tiefer, Vorderbeine weit ausgespreitzt, Brust und Bauch ruhen flach auf dem Boden, reagirt wenig auf Klopfen, beim Versuch, sich aufzusetzen, heftiges Schwanken, dabei gleitet der eine Hinterfuss aus und die Zehen gerathen in die Spalte zwischen Tasse und Wand, es gelingt dem Thiere erst nach wiederholten Versuchen das Bein in eine bequemere Lage zu bringen. Ohren, Nase, Lidrand stark geröthet. 3^{h}30 — 5^{h}30, 0,288 % CO, **2 Stunden.** 3^{h}45 unveränderte Lage; 4^{h}7 schwankt, Bewegungen unsicher, tappend; 4^{h}45 sitzt mit hängendem Kopfe, taumelt wie berauscht; 4^{h}55 ist mit den weit gespreizten Vorderbeinen in die Spalte gerutscht, liegt kraftlos an der Wand des Kastens; 5^{h}20 richtet sich mühsam auf, schwankt und sinkt gleich darauf wieder zusammen, 95 Athemzüge per Minute. 5^{h}30 rascher CO, 0,40 %. 5^{h}50 das Thier wird unruhig, sucht sich stark taumelnd zu bewegen. Sehr angestrengtes, tiefes Athmen. 6^h springt in die Höhe, hält sich einen Moment mühsam das Gleichgewicht, gleich darauf stürzt es bei einer neuen stürmischen Bewegung auf die andere Seite, richtet sich wieder auf. Athemnoth; um 6^{h}15 nach **45 Minuten** wird das Thier herausgenommen. Es vermag nicht zu laufen; vorwärts gestossen taumelt es und fällt auf die Seite, heftige Dyspnoë. Auch um 6^{h}45 vermag es die Hinterbeine noch kaum zu bewegen. Noch immer starke Dyspnoë.

7. Versuch. Kleines, graues Kaninchen 1640^g.

24. Juli 9^{h}45, 328 Liter per Stunde mit 0,422 % CO. 9^{h}55 Thier sitzt flach. Mehr als 150 flache Athemzüge pro Minute; 10^h macht einige unruhige Sätze, legt sich flach hin, fliegender Athem; 10^{h}2 Bewegungen sehr unsicher; 10^{h}4 Speichel fliesst aus dem Maule, das Thier taumelt, fällt nach der Seite, erlangt neuerdings die aufrechte Stellung; 10^{h}7 sinkt langsam nach der Seite um, Beine ausgestreckt, Kopf am Boden, springt plötzlich auf, nach einigen wilden Sätzen hin und her (scheinbar um ins Gleichgewicht zu kommen) sinkt es wieder nieder. 10^{h}15 erneute Versuche, sich aufzuraffen, sinkt an die Kastenwand, Athemzüge langsamer und tiefer; 10^{h}27 erneute heftige aber

vergebliche Versuche, sich aufzurichten; 10 h 33 plötzlich einige heftige Sprünge, stürzt zusammen, keine Athembewegung mehr. **Tod nach 50 Minuten.** Künstliche Respiration erfolglos. Bei der Section alle Symptome der CO-Vergiftung aufs deutlichste.

8. Versuch. Kleines, graues, trächtiges Kaninchen 1897 g.

26. Juli 3 h 30 — 27. Juli 9 h früh, 330 Liter Ventilation per Stunde, 0,051 %, 15,7 **Stunden.** 27. Juli 9 h — 28. Juli 9 h 342 Liter, 0,059 %, 24 **Stunden.** 28. Juli 9 h — 29. Juli 9 h 322 Liter, 0,044 %, 24 **Stunden.** Das überaus muntere Thier zeigt keinerlei Krankheitssymptome. Fresslust unvermindert und sehr gross.

9. Versuch. Mittelgrosses Kaninchen, braun mit weissem Collier.

29. Juli 9 h 15 — 10 h wird das Gasgemische durch den Apparat geleitet. Erst um 10 h wird das Thier eingebracht. 10 — 2 h 333 Liter Ventilation per Stunde, 0,187 % CO, 4 **Stunden.** 10 h 7 Respiration sehr beschleunigt, das Thier sitzt still; 10 h 20 das Thier sitzt flach, Ohren stark geröthet, einige Hundert Athemzüge; 10 h 23 Mitbewegungen des ganzen Körpers beim Athmen; 10 h 33 das Thier ist auf die Seite gesunken, fliegender Athem; 10 h 50 hat sich wieder aufgerafft; 11 h 20 wechselt von Zeit zu Zeit seinen Platz, unsicher schwankend; 11 h 30 scheint wieder frischer, obwohl das CO in unveränderter Schnelligkeit zuströmt, 160—180 Athemzüge, jede Bewegung verursacht heftige Dyspnoë; 11 h 45 säuft von Zeit zu Zeit Wasser in Absätzen, dazwischen heftige Athemnoth; 2 h Zustand unverändert, schwerathmig und taumelnd bei Bewegungen. Herausgenommen erholt sich das Thier rasch.

10. Versuch. Grosses, weisses Kaninchen 2440 g.

29. Juli 2 h 45 — 4 h 15 302 Liter, 0,348 % CO, 1½ **Stunden.** Thier sogleich unruhig; 2 h 55 setzt sich flach hin, sehr beschleunigtes, flaches Athmen; 3 h 5 hält beim Sitzen nur mehr schwer das Gleichgewicht, Pupillen sehr weit, aus dem Maul fliesst Speichel, stürmische Respiration, Ohren intensiv geröthet; 3 h 15 sinkt gegen die Wand des Käfigs; 3 h 22 schwache Versuche, sich aufzurichten; 3 h 25 sitzt wieder aufrecht; 3 h 28 stürzt neuerdings; von Zeit zu Zeit gelingt es dem Thiere, sich aufrecht zu setzen, dann fällt es wieder auf die Seite, Athmen langsamer, tiefer, sehr mühsam. 4 h 15 rascher CO, 470 Liter per Stunde, 0,49 %. Um 4 h 35 clonische Krämpfe, nachdem das Thier vorher ruhig gesessen hatte; es wird in Freiheit gesetzt und ist noch nach einer Stunde dyspnoisch.

11. Versuch. Graues, mageres Kaninchen 2357 g.

30. Juli 10 h 25 — 12 h, 345 Liter, 0,36 % CO, 1½ **Stunden.** 10 h 25 Thier eingebracht; 10 h 28 wird bereits ruhig; 10 h 35 betäubt, stürmische Respiration; 11 h 15 vermag die Beine nicht mehr sicher zu bewegen, setzt einen Fuss auf den andern; 11 h 45 Respiration ruhiger oder matter, das Thier schwankt heftig und sinkt öfter um; 12 — 4 h 0,023 % CO, 4 **Stunden.** Während der 4 Stunden hat sich das Thier wieder völlig erholt, ist munter und frisst wieder. Das Thier wird aus dem Kasten genommen und nunmehr Luft mit 0,519 % CO eingeleitet. Um 5 h wird das Thier eingebracht; 5 h 13 heftiges Athmen, liegt flach, Kopf zur Seite; 5 h 15 hält nur mehr mühsam das Gleichgewicht; 5 h 27

ist in sich zusammengesunken; 5 h 37 springt auf, sucht durch ein paar Sätze sich aufrecht zu halten, stürzt neuerdings etc.; 5 h 40 liegt ganz auf der Seite, Beine ausgestreckt, regungslos; 6 h macht den Eindruck tiefer Trunkenheit. Von Zeit zu Zeit taumelnde Bewegungen; 6 h 15 stösst ein paar leise Schreie aus und wird wiederholt von Opisthotonus in kurzen Streckkrämpfen ergriffen; 6 h 25 **Tod** nach 1 Stunde 25 Minuten.

12. Versuch. Grosse, alte Henne.

3. August 9 h 30 — 5 h, 331 Liter Ventil., 0,142 % CO, 7 1/2 **Stunden.** 11 h 10 das Thier athmet tief mit weit aufgesperrtem Schnabel, Kamm geröthet; 11 h 30 lässt die Flügel hängen, schliesst oft die Augen; 12 h 55 beim Versuche, den einen Fuss zu putzen, verliert das Thier das Gleichgewicht und fällt, stellt einen Fuss auf den andern; später gelingt es ihm wiederholt, sich auf einem Fuss im Gleichgewicht zu halten; 4 h steht noch immer auf derselben Stelle, bewegt nur von Zeit zu Zeit den Kopf, beim Versuche, Futter aufzupicken, verfehlt es mit dem Schnabel die richtige Stelle und beschmutzt sich mit seinen Excrementen; 5 — 7 h 338 Liter, 0,170 % CO, 2 **Stunden.** Das Thier lässt die Flügel hängen, hat meist die Augen geschlossen, beim Anklopfen wird es unruhig und schwankt; 6 h hält seltsamer Weise den Kopf mit der Unterseite nach oben, fährt so ins Futter hinab etc., dabei schwankt es mit ausgespreizten Flügeln; 6 h 45 steht seit 4 h unverwandt auf derselben Stelle, hat nichts gefressen, somnolent.

13. Versuch. Anderes, munteres Huhn.

4. August von 9 h an Luft mit 0,40 % CO eingeleitet. Um 9 h 30 Thier eingebracht; 9 h 40 schwankt, verliert das Gleichgewicht und hockt nieder, Kamm stark geröthet, Schnabel etwas geöffnet; 9 h 45 ganz zusammengekauert, Schnabel weit offen, schwankt in eigenthümlicher Weise mit dem Kopf; 9 h 48 fällt nach der Seite, 40 tiefe Athemzüge per Minute; 9 h 55 liegt schwer athmend auf der Seite; 9 h 58 stürmische Bewegungen, Flattern etc., dann stürzt es zusammen, einige seltene, tiefe Inspirationen, stösst mehrere Schreie aus, dabei Zuckungen; 10 h 2 **Tod nach 32 Minuten.** Bei der Section alle Zeichen der CO-Vergiftung.

14. Versuch. Gutgenährtes, graues Kaninchen 2502 g.

5. August 10 h 30 — 3 h 30, 687 Liter per Stunde, 0,08 % CO, 5 **Stunden.** 10 h 43 zahlreiche flache Athemzüge; 11 h 43 frisst, hält sich aber sehr ruhig, da Respiration beschleunigt; 3 h 30 ist sehr ruhig, beschleunigtes, flaches Athmen, hat nicht viel gefressen; 5. August 3 h 30 — 6. August 10 h, 705 Liter per Stunde, 0,044 % CO, 18 1/2 **Stunden.** Das Thier ist bis zum Schlusse ganz frisch. Hat den ganzen Futtervorrath während der Nacht verzehrt.

Ueberblicken wir das Ergebniss dieser Versuche, so sehen wir, dass schon erstaunlich geringe Mengen des untersuchten Gases giftige oder schädliche Wirkungen äussern. Schon bei einem Gehalte der Athemluft von 0,07—0,08 % ist das Verhalten

des Thieres nicht normal. In kurzer Zeit werden seine Athemzüge sehr zahlreich und flach. Es hält sich möglichst ruhig, da jede Bewegung eine beträchtliche Steigerung der Respirationsthätigkeit zur Folge hat. Andere Störungen bewirkt aber Kohlenoxyd in der angegebenen Concentration auch bei tagelanger Einwirkung nicht (Versuch 1, 2, 5, 14). Steigt man mit der Kohlenoxydzufuhr, dann treten weitere Krankheitserscheinungen auf. Die Beschleunigung der Athmung wird zu wirklicher Dyspnoë, der Mund wird geöffnet, die Nasenflügel, der ganze Körper bewegen sich beim Athmen mit. Die peripheren Gefässe sind stark erweitert, daher sind die unbehaarten Theile geröthet. Zu den Athembeschwerden gesellt sich Kraftlosigkeit und Unsicherheit der Bewegungen.

Die Thiere sitzen meist mit ausgestreckten Vorderbeinen da, Brust und Bauch flach auf der Unterlage; sie vermögen den Kopf nicht mehr aufrecht zu halten; ihre Bewegungen sind schwankend und unstet; die Hinterbeine gehorchen nur mangelhaft den Willensimpulsen. Das Gleichgewicht wird nur mühsam bewahrt. Das Huhn (Versuch 12) machte wiederholt Bewegungen, welche mir nur durch Schwindelgefühl erklärbar schienen. Dies ist, mehr oder weniger entwickelt, das Bild, welches sich bei einem Procentgehalte von 0,1 — 02 CO etwa zeigt (Versuch 1, 5, 9, 12). Bei gleichbleibender Concentration des giftigen Gases erfahren aber auch diese Erscheinungen, nachdem sie sich einmal ausgebildet haben, keine weitere Steigerung mehr, selbst bei 9—10 Stunden langer Versuchsdauer (Versuch 1 u. 5). Bei noch höherem CO-Gehalte vermögen die Thiere nicht mehr, sich aufrecht zu halten, sie sinken um und liegen oft stundenlang in tiefer Betäubung in den unbequemsten Stellungen. Von Zeit zu Zeit raffen sie sich auf, versuchen durch schlecht coordinirte Bewegungen in die aufrechte Stellung zu gelangen, stürzen aber bald wieder zusammen, um nach langer Pause wieder erneute Versuche zu machen. Die Respiration ist mühsam, die Athemzüge tiefer und seltener. Doch treten bei diesen Concentrationen die Athembeschwerden gegenüber der Betäubung in den Hintergrund. Je höher man den Kohlenoxydgehalt steigert, um so heftiger werden die zeitweise auftretenden

Versuche, in die aufrechte Stellung zu gelangen, um so mehr nehmen sie einen krampfhaften Charakter an. Aber auch diesen bedenklichen Zustand, wie er sich bei Concentrationen von 0,2 bis 0,4 % CO einzustellen pflegt, vermögen die Thiere viele Stunden lang zu ertragen (Versuch 6, 10, 11). Erst, wenn der Kohlenoxydgehalt auf und über 0,4 % steigt, gewinnt die Vergiftung einen ungemein rapiden Verlauf, so dass schon binnen 30—60 Minuten der Tod unter stürmischen Erscheinungen eintritt (Versuch 2, 6, 7, 10, 11, 13).

Es ist ungemein auffallend, dass trotz fortdauernder Zufuhr neuer Dosen des Giftes, eine Steigerung der Giftwirkung doch nur in sehr beschränktem Maasse stattfindet, so lange die Concentration des Gases unverändert bleibt. In kurzer Zeit, längstens binnen einer Stunde, sind die Symptome zu gewisser Höhe entwickelt, um dann auf diesen stunden- und tagelang annähernd zu verbleiben, so dass man, mit gewisser Einschränkung, sagen kann, dass jeder Concentration ein gewisser Grad von Vergiftung entspreche.

Dass es bei dem Grade der Vergiftung wirklich auf den Concentrationsgrad des Kohlenoxyds und nicht auf die Dauer der Einwirkung ankommt, zeigen schlagend jene Versuche, bei denen zuerst concentrirteres, später verdünnteres Kohlenoxyd den Thieren zugeführt wurde (Versuch 1, 11, 14). Trotz continuirlicher Zufuhr des Giftes nehmen die Vergiftungserscheinungen doch bedeutend ab und die Thiere erholen sich mehr oder weniger vollkommen. Diese Beobachtungen zwingen zu dem Schlusse, dass der Thierkörper Mittel haben muss, das eingeathmete Gas unschädlich zu machen und widerlegen die Anschauung Fodor's, dass im Thierkörper eine continuirliche Anhäufung von Kohlenoxyd stattfinde, so dass selbst von den kleinsten Mengen des Gases bei längerer Einwirkung schwere Gefahren drohen. Dass diese Anschauung unrichtig ist, zeigen auch meine Versuche mit kleinsten Kohlenoxydmengen (Versuch 3, 4, 5, 8, 11, 14). So athmete in Versuch 8 ein trächtiges Kaninchen 0,044—0,059 % CO 66 Stunden lang, ohne auch nur die geringste Störung seines Wohlbefindens oder Appetits zu erleiden.

Um die Unschädlichkeit solch niedriger Concentrationen völlig sicher zu stellen, habe ich auch zwei Versuche an mir selbst angestellt.

Die Herstellung des Kohlenoxydgemisches geschah dabei in derselben Weise, wie bei den Thierversuchen, im kleinen Respirationsapparate. Das Gasgemische durchströmte den Apparat und gelangte aus der Gasuhr in ein genau aequilibrirtes ca. 12 Liter fassendes Glockengasometer, das als Reservoir diente und von hier durch den einen Schenkel eines weiten T-Rohres und ein wenige Millimeter hohes Wasserventil ins Freie. Der zweite Schenkel des T-Rohres führte zu einem Müller'schen Ventil, das wieder mit dem einen Ansatzrohre eines Mundstückes verbunden war, das zwischen Lippen und Kiefer eingeführt werden konnte und die Ausathmung durch ein zweites Müller'sches Ventil gestattete, während die Nase durch eine Klemme geschlossen wurde. Der Wasserabschluss im Einathmungsventil war etwas höher, als jener des für den Abfluss des continuirlichen Luftstromes bestimmten Ventils. So strömte also durch den ganzen Apparat continuirlich ein Luftstrom mit gleichmässigem, bestimmten Kohlenoxydgehalte, aus dem ich durch des Müller'schen Ventils meinen Luftbedarf in die Lungen schöpfen konnte. Zwischen Gasuhr und Gasometer war noch eine Zweigleitung eingeschaltet, durch welche langsam Luftproben, zur Analyse nach Fodor, abgesaugt werden konnten.

Ich athmete an diesem Apparate an 2 aufeinanderfolgenden Tagen je 3 Stunden lang Luft mit 0,021 und mit 0,024% Kohlenoxyd ein. Obwohl in den Luftproben das Kohlenoxyd nach Fodor deutlich nachzuweisen war, also jedenfalls auch in meinem Blute nachweisbar gewesen wäre, verspürte ich doch nicht die geringste unangenehme oder gar schädliche Wirkung. Als erste Symptome werden von Selbstbeobachtern, z. B. von Klebs, Hitzegefühl in den Wangen, Druck in den Schläfen, Rauschen in den Ohren, Schwindel angegeben. Nichts von dem allen konnte ich verspüren. Ich las während der ganzen Versuchszeit und hätte keine unangenehme Empfindung gehabt, wenn nicht der Druck der Nasenklemme und die Trockenheit des Gaumens in Folge der mangelhaften Einspeichelung gewesen wären. Trotz der kurzen Dauer der Versuche scheinen sie mir die Unschädlichkeit des

hochgradig verdünnten Gases zu beweisen. Fände im Körper wirklich eine beträchtliche Anhäufung des Gases statt, dann hätte eine arge Vergiftung eintreten müssen. Die ganze Blutmasse eines Erwachsenen vermag etwa 1 Liter Sauerstoffgas resp. Kohlenoxydgas zu binden. In den drei Versuchsstunden sind aber mehr als 300 ^{ccm} Kohlenoxyd durch meine Lungen gewandert.

Man darf daher mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass die Grenze der Schädlichkeit des Kohlenoxyds bei einer Verdünnung von 0,05, sicherlich aber von 0,02% liege.

In neuerer Zeit, theilweise erst nach der Anstellung meiner Versuche, sind allerdings einige Beobachtungen veröffentlicht worden, aus denen die Giftigkeit auch eines noch höher verdünnten Kohlenoxyds hervorgehen würde.

So führen Biefel und Poleck[1]) in ihren mühsamen Untersuchungen ein Experiment an einem Kaninchen an, das Taumelbewegungen und Sopor gezeigt habe, während die Athemluft nur 0,04% CO enthielt. Diese erwähnten heftigen Erscheinungen wurden aber nach dem Versuchsprotokolle um 12^{h} beobachtet, während die Luftprobe zur Analyse um 5^{h} genommen wurde, zu einer Zeit, wo die Vergiftungssymptome schon nachgelassen hatten. Die ganze Versuchsanordnung von Biefel und Poleck, welche möglichst die Verhältnisse des praktischen Lebens einzuhalten wünschten, brachte es aber mit sich, dass die Thiere nicht Luft von constantem CO-Gehalte zu athmen bekamen, sondern dass nach Unterbrechung der Zufuhr, der CO-Gehalt beständig absinken musste. Zur Zeit der heftigen Vergiftungserscheinungen war daher in diesem Versuche der CO-Gehalt sicherlich viel höher.

Fodor[2]) hat mit einem, dem meinen ähnlichen Apparate ebenfalls zahlreiche Vergiftungsversuche gemacht. Darnach sollen Kaninchen schon bei 0,023% CO Tetanus bekommen haben. Eine Durchsicht der Versuchstabelle Fodor's führt aber zu der Ueberzeugung, dass sein Apparat nicht zuverlässig functionirt haben kann, denn neben den erwähnten verderblichen Folgen von

1) Ztschr. f. Biol. Bd. 16 S. 322.

2) a. a. O.

0,023% CO werden Versuche mit 0,2 und 0,4% CO aufgeführt, bei denen die Thiere auch bei 4stündiger Einwirkung nur ganz unbedeutende Gesundheitsstörung zeigten. Bei letzterer Concentration tritt aber nach meinen Versuchen binnen einer Stunde unfehlbar der Tod ein und individuelle Verschiedenheiten der Resistenz sind diesem Gifte gegenüber gewiss am wenigsten zu erwarten. Endlich hat Hempel[1]) bei Mäusen hochgradige Giftwirkungen von Concentrationen von 0,06 und 0,07% beobachtet. Ich selbst habe mit Hempel's Apparat mehr als 20 Versuche an weissen Mäusen angestellt und nichts derartiges gesehen. Diese Versuche gaben im Allgemeinen ein mit den Versuchen an grösseren Thieren durchaus übereinstimmendes Resultat. Hempel hat graue Mäuse verwendet, Thiere, die zu solchen Versuchen, wie ich mich oft überzeugte, deshalb wenig geeignet sind, weil sie in der Gefangenschaft meist nichts fressen und in kurzer Zeit verenden.

Man könnte noch gegen die Beweiskraft meiner Versuche für die Unschädlichkeit der Concentrationen unter 0,05% einwenden, dass ihre Dauer zu kurz gewesen sei. Und allerdings muss man zugestehen, dass es eine der schwierigsten Aufgaben des Hygienikers, die ihm doch so häufig gestellt wird, ist, die Schädlickeit oder Unschädlichkeit lang andauernder Einwirkung minimaler Dosen eines giftigen Stoffes festzustellen. Gewiss wären auch meine Versuche mit dem Kohlenoxyd hierzu nicht ausreichend, wenn nicht zum Glück das Kohlenoxyd das in physiologischer Hinsicht bestgekannte Gift wäre, und so noch andere Gründe meiner Folgerung zu Hülfe kämen.

Wir wissen, dass das Kohlenoxyd dadurch giftig wirkt, dass es sich mit dem Hämoglobin des Blutes verbindet, dieses dadurch unfähig macht, den Transport des Sauerstoffs im Organismus zu vermitteln, so dass Mangel an Sauerstoff mit seinen Folgen eintritt. In der That haben wir keinen Grund, dem Kohlenoxyd eine über das Verdrängen des Sauerstoffs aus dem Blute hinausgehende specifische Giftwirkung auf den Organismus zuzuschreiben.

Alle Folgen der Einathmung des Kohlenoxyds lassen sich als Folgen des Sauerstoffmangels erklären und stimmen in ihren

1) a. a. O.

niedrigeren Graden vollkommen mit jenen Wirkungen des Sauerstoffmangels überein, welche wir durch Paul Bert's Versuche mit verdünnter Luft kennen gelernt haben. Versuche über die Einwirkung von CO auf Muskeln und Nerven haben ein völlig negatives Resultat ergeben. Dass das CO lediglich als Sauerstoffverdränger wirkt, das beweisen schlagend die Versuche mit Kaltblütern. Diese haben einen viel langsameren Stoffwechsel und dem entsprechend auch ein viel geringeres Sauerstoffbedürfniss als die Warmblüter. Man durfte deshalb erwarten, dass sie den Aufenthalt in Kohlenoxydgas viel länger ertragen können als letztere, falls diesem Gase keine specifische Giftwirkung auf die thierischen Gewebe zukommt.

Das beweisen denn auch die Versuche. Frösche bleiben bis zu 10 Stunden in reinem Kohlenoxydgas lebend.

Die Verfechter der Anschauung, dass dem Kohlenoxyd noch besondere giftige Wirkungen zukommen, berufen sich gewöhnlich auch auf die schweren und langdauernden Störungen, welche häufig an mit Kohlenoxyd vergifteten Menschen nach ihrer Wiederbelebung beobachtet werden.

Die wichtigen Untersuchungen von R. Böhm[1]) über Wiederbelebung lehren aber, dass solche schwere Störungen nach jeder, durch die verschiedensten Einwirkungen hervorgebrachten Unterbrechung der Functionen des Centralnervensystems folgen können, so dass auch hierin keine specifische Wirkung des Kohlenoxyds gefunden werden kann.

Wenn sonach das Kohlenoxyd lediglich durch seine Aufnahme ins Blut und den hierdurch gesetzten Sauerstoffmangel wirkt, dann darf man wohl mit grosser Sicherheit schliessen, dass eine Verdünnung des Kohlenoxyds, die binnen 3 Stunden wirkungslos bleibt, auch bei dauernder Einwirkung keinen Schaden bringt. Wir dürfen dies um so mehr schliessen, da uns unsere Versuche übereinstimmend lehren, dass im Organismus keine Anhäufung dieses Gases stattfindet, sondern dass der Organismus Mittel hat, sich davon zu befreien.

---

1) Archiv f. exper. Path. u. Ther. Bd. 8 S. 68.

Ueber welche Mittel verfügt der Organismus, um sich vom Kohlenoxyde zu befreien?

Man hat da seit Langem zwei Möglichkeiten ins Auge gefasst, einerseits die Dissociation des Kohlenoxydhämoglobins und das Abdunsten des Gases aus dem Blute entsprechend seinem Partiardrucke in der Aussenluft und andrerseits die Oxydation desselben zu Kohlensäure. Auch heute noch differiren die Meinungen darüber, in welcher Weise die Entgiftung thatsächlich erfolge.

Wenn man den Erfolg der Fodor'schen Bestimmungsmethode erwägt, durch welche noch bei minimalem Partiardruck Kohlenoxyd nachgewiesen werden kann, was ohne Bildung von Kohlenoxydhämoglobin nicht möglich wäre, dann könnte man zweifeln, ob die Existenz dieser Verbindung denn überhaupt vom Gasdrucke abhängig, ob sie dissociirbar sei. Diesem Zweifel stehen aber die Versuche von Eulenberg, Donders und Zuntz entgegen. Ich habe zum Ueberfluss diese Versuche widerholt und mich von ihrer Richtigkeit überzeugt. So wurde aus 46 ccm mit Kohlenoxyd gesättigtem Blut durch 36stündiges Auspumpen in der Ludwig'schen Blutgaspumpe das Kohlenoxyd beinahe vollständig entfernt, so dass es durch die Vogel'sche Probe nicht mehr nachweisbar und nur bei Fodor's Verfahren noch durch spurenweise Reduction von Palladium erkennbar war.

Ohne Annahme der Dissociirbarkeit wäre auch nicht begreiflich, warum die Vogel'sche Probe endlich auch bei Anwendung grösserer Luftproben im Stiche lässt. Setzen wir den Fall, wir hätten in eine 20 Liter-Flasche 6 ccm CO gebracht und fügen 10 ccm Blut hinzu. 10 ccm Blut vermögen höchstens 1,7 ccm CO zu binden. Wir haben also in der Flasche mehr als dreimal soviel Kohlenoxyd als zur völligen Sättigung des Blutes nöthig ist. Wenn also dieses Gas einfach den Sauerstoff aus dem Blute austreiben würde, dann müsste sich das Blut alsbald damit sättigen und nun in unverdünntem Zustande die charakteristischen Reactionen geben. Thatsächlich aber wird bei der gegebenen Concentration so wenig Kohlenoxyd absorbirt, dass auch die Vogel'sche Spectralprobe im Stiche lässt. Auch Fodor's Verfahren selbst, so trefflich zum qualitativen Nachweis, lässt sich zur quantitativen

niedrigeren Graden vollkommen mit jenen Wirkungen des Sauerstoffmangels überein, welche wir durch Paul Bert's Versuche mit verdünnter Luft kennen gelernt haben. Versuche über die Einwirkung von CO auf Muskeln und Nerven haben ein völlig negatives Resultat ergeben. Dass das CO lediglich als Sauerstoffverdränger wirkt, das beweisen schlagend die Versuche mit Kaltblütern. Diese haben einen viel langsameren Stoffwechsel und dem entsprechend auch ein viel geringeres Sauerstoffbedürfniss als die Warmblüter. Man durfte deshalb erwarten, dass sie den Aufenthalt in Kohlenoxydgas viel länger ertragen können als letztere, falls diesem Gase keine specifische Giftwirkung auf die thierischen Gewebe zukommt.

Das beweisen denn auch die Versuche. Frösche bleiben bis zu 10 Stunden in reinem Kohlenoxydgas lebend.

Die Verfechter der Anschauung, dass dem Kohlenoxyd noch besondere giftige Wirkungen zukommen, berufen sich gewöhnlich auch auf die schweren und langdauernden Störungen, welche häufig an mit Kohlenoxyd vergifteten Menschen nach ihrer Wiederbelebung beobachtet werden.

Die wichtigen Untersuchungen von R. Böhm [1]) über Wiederbelebung lehren aber, dass solche schwere Störungen nach jeder, durch die verschiedensten Einwirkungen hervorgebrachten Unterbrechung der Functionen des Centralnervensystems folgen können, so dass auch hierin keine specifische Wirkung des Kohlenoxyds gefunden werden kann.

Wenn sonach das Kohlenoxyd lediglich durch seine Aufnahme ins Blut und den hierdurch gesetzten Sauerstoffmangel wirkt, dann darf man wohl mit grosser Sicherheit schliessen, dass eine Verdünnung des Kohlenoxyds, die binnen 3 Stunden wirkungslos bleibt, auch bei dauernder Einwirkung keinen Schaden bringt. Wir dürfen dies um so mehr schliessen, da uns unsere Versuche übereinstimmend lehren, dass im Organismus keine Anhäufung dieses Gases stattfindet, sondern dass der Organismus Mittel hat, sich davon zu befreien.

1) Archiv f. exper. Path. u. Ther. Bd. 8 S. 68.

Ueber welche Mittel verfügt der Organismus, um sich vom Kohlenoxyde zu befreien?

Man hat da seit Langem zwei Möglichkeiten ins Auge gefasst, einerseits die Dissociation des Kohlenoxydhämoglobins und das Abdunsten des Gases aus dem Blute entsprechend seinem Partiardrucke in der Aussenluft und andrerseits die Oxydation desselben zu Kohlensäure. Auch heute noch differiren die Meinungen darüber, in welcher Weise die Entgiftung thatsächlich erfolge.

Wenn man den Erfolg der Fodor'schen Bestimmungsmethode erwägt, durch welche noch bei minimalem Partiardruck Kohlenoxyd nachgewiesen werden kann, was ohne Bildung von Kohlenoxydhämoglobin nicht möglich wäre, dann könnte man zweifeln, ob die Existenz dieser Verbindung denn überhaupt vom Gasdrucke abhängig, ob sie dissociirbar sei. Diesem Zweifel stehen aber die Versuche von Eulenberg, Donders und Zuntz entgegen. Ich habe zum Ueberfluss diese Versuche widerholt und mich von ihrer Richtigkeit überzeugt. So wurde aus 46 ccm mit Kohlenoxyd gesättigtem Blut durch 36stündiges Auspumpen in der Ludwig'schen Blutgaspumpe das Kohlenoxyd beinahe vollständig entfernt, so dass es durch die Vogel'sche Probe nicht mehr nachweisbar und nur bei Fodor's Verfahren noch durch spurenweise Reduction von Palladium erkennbar war.

Ohne Annahme der Dissociirbarkeit wäre auch nicht begreiflich, warum die Vogel'sche Probe endlich auch bei Anwendung grösserer Luftproben im Stiche lässt. Setzen wir den Fall, wir hätten in eine 20 Liter-Flasche 6 ccm CO gebracht und fügen 10 ccm Blut hinzu. 10 ccm Blut vermögen höchstens 1,7 ccm CO zu binden. Wir haben also in der Flasche mehr als dreimal soviel Kohlenoxyd als zur völligen Sättigung des Blutes nöthig ist. Wenn also dieses Gas einfach den Sauerstoff aus dem Blute austreiben würde, dann müsste sich das Blut alsbald damit sättigen und nun in unverdünntem Zustande die charakteristischen Reactionen geben. Thatsächlich aber wird bei der gegebenen Concentration so wenig Kohlenoxyd absorbirt, dass auch die Vogel'sche Spectralprobe im Stiche lässt. Auch Fodor's Verfahren selbst, so trefflich zum qualitativen Nachweis, lässt sich zur quantitativen

niedrigeren Graden vollkommen mit jenen Wirkungen des Sauerstoffmangels überein, welche wir durch Paul Bert's Versuche mit verdünnter Luft kennen gelernt haben. Versuche über die Einwirkung von CO auf Muskeln und Nerven haben ein völlig negatives Resultat ergeben. Dass das CO lediglich als Sauerstoffverdränger wirkt, das beweisen schlagend die Versuche mit Kaltblütern. Diese haben einen viel langsameren Stoffwechsel und dem entsprechend auch ein viel geringeres Sauerstoffbedürfniss als die Warmblüter. Man durfte deshalb erwarten, dass sie den Aufenthalt in Kohlenoxydgas viel länger ertragen können als letztere, falls diesem Gase keine specifische Giftwirkung auf die thierischen Gewebe zukommt.

Das beweisen denn auch die Versuche. Frösche bleiben bis zu 10 Stunden in reinem Kohlenoxydgas lebend.

Die Verfechter der Anschauung, dass dem Kohlenoxyd noch besondere giftige Wirkungen zukommen, berufen sich gewöhnlich auch auf die schweren und langdauernden Störungen, welche häufig an mit Kohlenoxyd vergifteten Menschen nach ihrer Wiederbelebung beobachtet werden.

Die wichtigen Untersuchungen von R. Böhm [1]) über Wiederbelebung lehren aber, dass solche schwere Störungen nach jeder, durch die verschiedensten Einwirkungen hervorgebrachten Unterbrechung der Functionen des Centralnervensystems folgen können, so dass auch hierin keine specifische Wirkung des Kohlenoxyds gefunden werden kann.

Wenn sonach das Kohlenoxyd lediglich durch seine Aufnahme ins Blut und den hierdurch gesetzten Sauerstoffmangel wirkt, dann darf man wohl mit grosser Sicherheit schliessen, dass eine Verdünnung des Kohlenoxyds, die binnen 3 Stunden wirkungslos bleibt, auch bei dauernder Einwirkung keinen Schaden bringt. Wir dürfen dies um so mehr schliessen, da uns unsere Versuche übereinstimmend lehren, dass im Organismus keine Anhäufung dieses Gases stattfindet, sondern dass der Organismus Mittel hat, sich davon zu befreien.

---

1) Archiv f. exper. Path. u. Ther. Bd. 8 S. 68.

Ueber welche Mittel verfügt der Organismus, um sich vom Kohlenoxyde zu befreien?

Man hat da seit Langem zwei Möglichkeiten ins Auge gefasst, einerseits die Dissociation des Kohlenoxydhämoglobins und das Abdunsten des Gases aus dem Blute entsprechend seinem Partiardrucke in der Aussenluft und andrerseits die Oxydation desselben zu Kohlensäure. Auch heute noch differiren die Meinungen darüber, in welcher Weise die Entgiftung thatsächlich erfolge.

Wenn man den Erfolg der Fodor'schen Bestimmungsmethode erwägt, durch welche noch bei minimalem Partiardruck Kohlenoxyd nachgewiesen werden kann, was ohne Bildung von Kohlenoxydhämoglobin nicht möglich wäre, dann könnte man zweifeln, ob die Existenz dieser Verbindung denn überhaupt vom Gasdrucke abhängig, ob sie dissociirbar sei. Diesem Zweifel stehen aber die Versuche von Eulenberg, Donders und Zuntz entgegen. Ich habe zum Ueberfluss diese Versuche widerholt und mich von ihrer Richtigkeit überzeugt. So wurde aus 46 ccm mit Kohlenoxyd gesättigtem Blut durch 36stündiges Auspumpen in der Ludwig'schen Blutgaspumpe das Kohlenoxyd beinahe vollständig entfernt, so dass es durch die Vogel'sche Probe nicht mehr nachweisbar und nur bei Fodor's Verfahren noch durch spurenweise Reduction von Palladium erkennbar war.

Ohne Annahme der Dissociirbarkeit wäre auch nicht begreiflich, warum die Vogel'sche Probe endlich auch bei Anwendung grösserer Luftproben im Stiche lässt. Setzen wir den Fall, wir hätten in eine 20 Liter-Flasche 6 ccm CO gebracht und fügen 10 ccm Blut hinzu. 10 ccm Blut vermögen höchstens 1,7 ccm CO zu binden. Wir haben also in der Flasche mehr als dreimal soviel Kohlenoxyd als zur völligen Sättigung des Blutes nöthig ist. Wenn also dieses Gas einfach den Sauerstoff aus dem Blute austreiben würde, dann müsste sich das Blut alsbald damit sättigen und nun in unverdünntem Zustande die charakteristischen Reactionen geben. Thatsächlich aber wird bei der gegebenen Concentration so wenig Kohlenoxyd absorbirt, dass auch die Vogel'sche Spectralprobe im Stiche lässt. Auch Fodor's Verfahren selbst, so trefflich zum qualitativen Nachweis, lässt sich zur quantitativen

Gase 0,07 ‰ im Maximum betragen konnte. Der charakteristische Leuchtgasgeruch dagegen war bereits deutlich, wenn auch schwach, erkennbar, als die Luft höchstens 0,03 ‰ CO enthalten konnte. Ebenso zeigte sich auch beim Kohlendunste der Geruchssinn empfindlicher als die chemische Reaction. Sonach besässen wir in unserem Geruchssinne ein erfreuliches Schutzmittel gegen die Gefahren, die uns von Seite dieser Gasgemenge drohen. Leider jedoch genügt ein kurzer Aufenthalt in einer mit Leuchtgas verunreinigten Atmosphäre, um uns für dessen specifischen Geruch unempfindlich zu machen, und leider ist es eine alte Erfahrung, dass Leuchtgas, das etwa bei einem Rohrbruch Gelegenheit findet, in unsere Häuser zu dringen und dabei eine, wenn auch wenig mächtige Erdschichte passirt, oft vollständig seinen Geruch, aber natürlich nichts von seiner Giftigkeit einbüsst.

Es bleibt vom hygienischen Standpunkte immer bedenklich, dass wir ein so überaus giftiges Gasgemenge, wie das Leuchtgas, in so grossen Massen in unsere nächste Nähe bringen. Mehren sich ja doch jährlich die Unglücksfälle, die durch dieses Gas bewirkt werden.

Vielleicht wird uns das in hygienischer Rücksicht so hoffnungsreiche elektrische Licht von diesem Uebelstande befreien können. Aber auch bei Beibehaltung der Gasbeleuchtung wäre es vielleicht auch in ökonomischer Hinsicht nicht undurchführbar, kohlenoxydfreies Leuchtgas zu bereiten. Zwar würde durch Wegnahme des Kohlenoxyds ein geringeres Volum Gas aus einer bestimmten Kohlenmenge bereitet werden können, aber dieses kohlenoxydfreie Gas hätte eine bedeutend gesteigerte Leuchtkraft, da ja das Kohlenoxyd als Verdünnungsmittel wirkt. Ein einfaches Verfahren, das Leuchtgas von Kohlenoxyd zu befreien, wäre ein grosser Gewinn. Von diesem Bestandtheile befreit, wäre das Leuchtgas ein ganz harmloses Gemenge. Ich habe Leuchtgas mittels Kupferchlorür von Kohlenoxyd befreit und Mischungen von Luft mit dem so gereinigten Gase hergestellt, welche davon bis 11 % enthielten. Mäuse, welche stundenlang diese Mischungen athmeten, zeigten sich nur etwas betäubt und erholten sich rasch.

Ueber die Bestimmung der entwicklungsfähigen Luftpilze.

Von

Dr. Rudolf Emmerich,

Privatdocent und Assistent am hygienischen Institut in München.

Durch die umfangreichen aëroskopischen Untersuchungen, welche nach Ehrenberg's Vorgang von sehr zahlreichen Beobachtern aus allen civilisirten Ländern, oft mit bewunderungswürdiger Sorgfalt und Ausdauer ausgeführt wurden, sind bekanntlich insofern nur negative Resultate erzielt worden, als man hoffte mit Hilfe der aëroskopischen Methode, durch die directe mikroskopische Untersuchung der aus der atmosphärischen Luft gesammelten Pilzkeime die Krankheitserreger bei epidemischen Krankheiten auffinden zu können.

Auch zwischen den Zahlen der in der Luft befindlichen Bacterien, Sporen etc. und dem Vorkommen von Cholera, Dysenterie und anderen Infectionskrankheiten konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden.

Alle diese Untersuchungen können jedoch, wie Wernich richtig bemerkt, weder für noch gegen die parasitäre Krankheitstheorie etwas beweisen, da sie sich nur auf den Nachweis von Pilzen und Pilzsporen der Luft erstreckten, während sie der Entwicklungsfähigkeit, dem Reproductionsvermögen und der Biologie derselben keine Beachtung schenkten.

Erst Pasteur und nach ihm Cohn, Fodor und Miquel haben versucht die eigentliche Cardinalfrage, »ob die in der Luft etwa suspendirten Bacterienkeime noch entwicklungsfähig sind, ob sie sich noch vermehren und Fermentwirkungen äussern können, oder ob sie nicht

durch Austrocknung ihre Keimfähigkeit völlig verloren haben«, durch systematische Untersuchungen zur Entscheidung zu bringen.

Um die Luft in einer Bacterien-Nährlösung zu waschen, benutzte Cohn einen höchst einfachen Apparat, der aber für viele, für hygienische Zwecke auszuführende Untersuchungen der Luft, unzureichend ist.

Der Apparat bestand aus einem mit 20 g Nährlösung gefüllten Glascylinder, durch welchen mit Hilfe eines Aspirators eine bestimmte Menge Luft hindurchgesaugt wurde. Der Glascylinder sammt seinem Inhalt wurde vor Beginn des Versuches im Wasserbade oder im Dampftopf ausgekocht, um früher schon vorhandene Keime zu zerstören.

Das Resultat der von Cohn und Miflet durchgeführten Untersuchungen lautet dahin, dass in der Luft zahlreiche entwicklungsfähige Bacterienkeime suspendirt sind, welche mittels der angewendeten Methode zur Entwicklung und Vermehrung gebracht und systematisch bestimmt werden konnten.

Auch in der Grundluft will Cohn Bacterien gefunden haben; die betreffende Versuchsanordnung lässt jedoch viele Einwürfe zu.

Das Vorkommen von pathogenen Bacterien konnte bei der geringen Zahl von Untersuchungen nicht erwiesen werden.

Durch die Cohn'schen Versuche wurde ein Untersuchungsfeld eröffnet, dessen grosse Bedeutung für die Hygiene mehr und mehr erkannt wird und dessen Bearbeitung in Zukunft noch viele Kräfte in Anspruch nehmen wird.

Eine erfolgreiche Lösung der hier in Betracht kommenden Fragen ist nur möglich, wenn ähnlich den meteorologischen Stationen auch für epidemiologische Forschungen eigene Observatorien begründet oder an den Universitäten hygienische Institute errichtet werden.

Frankreich ist in dieser Richtung in nachahmenswerther Weise vorangegangen.

Im Jahre 1871 wurde durch den Minister des öffentlichen Unterrichts Duruy unter dem Einflusse des ständigen Secretärs der Akademie der Wissenschaften Dumas ein mit reichen Mitteln

ausgestattetes wissenschaftliches Observatorium errichtet. Dieses Institut liegt in hoher, reizender Lage ausserhalb Paris im Park von Montsouris.

Die Meteorologie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Hygiene, die chemische Untersuchung des Regen-, Trink- und Grundwassers von Paris, des Wassers der Flüsse und des Abwassers der Kanäle und insbesondere die mikroskopische Untersuchung der Emanationen des Bodens und der Kanäle, der Luft in Spitälern und Wohnungen und der freien Atmosphäre sollen hier ausgeführt, gepflegt und gefördert werden.

Es gereicht der französischen Regierung zum Ruhme, dass sie ohne jeden praktischen Nebenzweck die rein wissenschaftliche mikroskopische Luftuntersuchung in grosser Ausdehnung durch reichliche Mittel ermöglicht hat.

Ueber das Resultat dieser Untersuchungen hat Miquel in den Annuaires de l'Observatoire de Montsouris[1]) wiederholt ausführlichen Bericht erstattet.

Die Ergebnisse der von Miquel durchgeführten Untersuchungen lauten dahin: »dass die im Winter spärliche Zahl der atmosphärischen Bacterien im Frühjahr wächst, im Sommer und Herbst sich noch mehr erhöht und beim Eintritt der kälteren Jahreszeit wieder rapid zu sinken beginnt. Während in der feuchten Periode die Sporen der Schimmelpilze zahlreich sind, wird hier die Zahl der Luftbacterien sehr spärlich und erhebt sich erst von neuem, wenn der Boden austrocknet, genau in dem Zeitpunkt, in welchem die Schimmelsporen selten werden.

Im Sommer oder Herbst findet man in Montsouris 1000 Keime in 1 ^{cbm} Luft. Im Winter geht diese Zahl häufig auf 4 oder 5 herab und man notirt Tage, wo der Staub von 200 ^{cbm} Luft unfähig war, eine Infection von sehr alterablen Flüssigkeiten zu bedingen.

Im Innern der Wohnungen, bei Abwesenheit mechanischer Ursachen, die Staub von der Oberfläche der Objecte emporwirbeln, zeigt erst eine Quantität von 30—50 Liter Luft eine Wirkung auf die Nährlösung, im Laboratorium von Montsouris war dagegen

1) Paris. Gauthier-Villars, Imprimeur-Libraire etc. Quai des Augustins 55.

der Staub von 5 Liter und in den Kanälen von Paris sogar der von 1 Liter immer genügend, um eine Infection der Nährlösung hervorzubringen.

In dem Zeitraum von December 1879 bis Juni 1880 ergab sich, dass auf eine Vermehrung der Luftbacterien innerhalb 8 Tagen eine Zunahme der epidemischen Krankheiten folgte. Bei Infectionen von Thieren jedoch mit Bacterien, welche aus der Luft in der Nährlösung gesammelt wurden, traten niemals pathologische Erscheinungen auf, welche bemerkenswerth waren.

So wichtig und bahnbrechend diese Resultate auch erscheinen mögen, so können sie doch auf absolute Zuverlässigkeit und Exactheit keinen Anspruch machen, denn die bisher gebräuchlichen aëroskopischen Methoden sind zu unvollkommen und man ist noch nicht im Stande mittels derselben Beziehungen von so weittragender Bedeutung, wie die von der Coïncidenz zwischen der Häufigkeit epidemischer Krankheiten und der Zahl atmosphärischer Bacterien, mit Sicherheit nachzuweisen.

Miquel gibt selbst einen Grund an, weshalb seine Zahlen der vollen Exactheit entbehren. »Solange es nicht möglich sein wird, sagt er, eine Flüssigkeit zu präpariren, welche geeignet ist alle Keime von Schizophyten zur Entwicklung zu bringen, solange wird es schwierig sein die exacte Zahl der in der Luft befindlichen Bacterien zu ermitteln.« Lässt man aber auch diesen vorläufig unvermeidlichen Mangel und auch noch den, welchen die Unvollkommenheit der Zählmethode einschliesst, ausser Acht, so ist die in Montsouris geübte Methode der Bestimmung entwicklungsfähiger Luftpitze doch noch mit einem sehr wesentlichen Fehler behaftet, mit einem Fehler, welchen man leicht hätte vermeiden können, wenn man in Montsouris, anstatt sofort mit der Statistik der Luftpilze zu beginnen, durch gründliche Vorarbeiten und controlirende Versuche die Richtigkeit der angewandten Methode geprüft hätte.

Um die Bacterien der Luft und ihre Sporen in irgend einer Nährlösung aufzufangen und nach Art und Zahl zu bestimmen benutzt Miquel den in Fig. 1 dargestellten Apparat.

Diese Kugelröhren werden zunächst, nachdem das eine Endrohr bei *a* mittels eines Pfropfes aus Glaswolle gegen den Eintritt

von Bacterien geschützt wurde, in einem mit Holz, Kohlen oder Gas geheizten Kessel geglüht, dann wird der Ballon durch Aspiration zur Hälfte mit Nährlösung gefüllt und sofort das Endrohr bei *b* in der Flamme eines Bunsenbrenners in eine dünne Spitze ausgezogen und zugeschmolzen. Um Luft durchzuleiten, wird das Endrohr *a* mit einem Aspirator verbunden und die fein ausgezogene Spitze *b* abgeschnitten. Die zum Versuch verwendete Menge der Nährlösung beträgt 20 bis 25 ccm, da der Apparat 50 cbm fasst, aber nur zur Hälfte gefüllt wird.

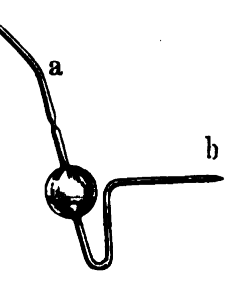


Fig. 1.

So hat man versucht von Tag zu Tag die in der Luft von Montsouris vorkommenden Pilze zu bestimmen und zu zählen und drei Arbeiter sind unter Miquel's sachkundiger Leitung ausschliesslich damit beschäftigt, die Versuche in der erwähnten Weise vorzubereiten, durchzuführen und die erhaltenen Pilze nach einer noch zu erörternden Methode zu zählen und nach ihrer Entwicklung zu photographiren. — Leider hat man dabei einen ganz wesentlichen Punkt, auf den es bei statistisch-aëroskopischen Untersuchungen und schon bei Ermittlung einer zweckentsprechenden Methode vor allem ankommt, ausser Berücksichtigung gelassen.

Wenn man eine hygienisch-aëroskopische Statistik zur Durchführung bringen, wenn man die entwicklungsfähigen Luftbacterien der Art und Zahl nach bestimmen will, dann ist vor allem ein Apparat nöthig, welcher auch in der staubreichsten Atmosphäre, in einer mit Bacterien und Bacterienkeimen überfüllten Luft alle Pilze und Sporen sicher in der Nährlösung zurückhält.

In dieser Beziehung sind sämmtliche von den verschiedenen Forschern benutzten Apparate unzureichend. Weder Cohn[1])

1) Cohn hat allerdings nicht beabsichtigt die in der Nährlösung aufgefangenen Pilze zu zählen; es war daher auch für seine Zwecke nicht gerade nothwendig einen solchen Apparat zu benutzen.

noch Miquel haben geprüft, ob die von ihnen angewendeten Aëroskope dieser Anforderung Genüge leisten.

Die von mir vorgenommene Prüfung der von Cohn und Miquel benutzten Apparate hat nun in der That gezeigt, dass dieselben durchaus nicht alle Bacterien oder Schimmelpilze in der Nährlösung zurückhalten, sondern eine grosse und je nach dem Pilzreichthum der Luft sehr variable Zahl von Pilzen und Sporen passiren lassen.

Herr Miquel, der mir bei meiner Anwesenheit in Montsouris die Unvollkommenheit, mit welcher sein Apparat in dieser Richtung behaftet ist, zugestand, suchte die Verwendbarkeit desselben zu quantitativen Untersuchungen durch mehrere Einwände zu motiviren. Er meinte die Zahl der Pilze, welche seinen Apparat passiren, ohne in der Nährlösung zurückgehalten zu werden, sei voraussichtlich eine constante und verhältnissmässig geringe und könne daher aus ersterem Grunde in Rechnung gebracht und in Folge des letzteren Umstandes sogar ganz vernachlässigt werden.

Ich meinerseits muss nun aber auf Grund von Versuchen ganz entschieden bestreiten, dass die Zahl der nicht abgefangenen Pilze und Sporen unter allen Verhältnissen die gleiche ist, respective eine Grösse darstellt, die man in Rechnung ziehen könne und ich kann unter keinen Umständen die Behauptung gelten lassen, dass man diese Zahl, weil sie eine relativ geringe sei, ignoriren dürfe. Letzteres darf gerade deshalb nicht geschehen, weil eben die gesammte Methode der quantitativen Ermittelung der entwicklungsfähigen Luftpilze äusserst unvollkommen ist und noch mancherlei andere Fehlerquellen einschliesst; eben deshalb muss man alle vermeidbaren Mängel und Unvollkommenheiten zu eliminiren suchen und der erwähnte Fehler, welcher in der Einrichtung des Apparates liegt, ist leicht und vollständig zu vermeiden.

Der Werth eines zuverlässigen Apparates zum Abfangen aller in einer bestimmten Luftmenge befindlichen Pilze tritt besonders dann hervor, wenn man nachweisen will, ob eine Luft überhaupt Pilze enthält oder nicht.

Ein solcher Apparat wäre z. B. nothwendig, falls man bestimmen wollte, ob der Effect einer mit Luftreinigungsvorrichtungen

versehenen Ventilationsanlage so weit geht, dass die dem zu ventilirenden Raum zugeführte Luft vollkommen staub- und pilzfrei ist.

Ein solcher Apparat wäre eine unerlässliche Bedingung, wenn man die wichtige Frage entscheiden wollte, ob die dem Boden entströmende Grundluft Pilze mit sich führt oder nicht. Gesetzt man würde hierzu den von Cohn oder Miquel angegebenen pilzdurchlässigen Apparat benutzen, so wäre in diesem Falle ein negatives Resultat niemals beweiskräftig. Mit anderen Worten: wenn bei Durchleitung der Grundluft die Nährlösung klar bliebe und keine Pilze oder Sporen aufnehmen würde, so könnte man nicht behaupten, dass die untersuchte Grundluft wirklich pilzfrei war, da man niemals weiss, ob etwa doch in der Luft vorhandene Pilze den pilzdurchlässigen Apparat passirt haben. Mit einem Apparat dagegen, der alle Pilze sicher abfängt, wird man immer bestimmte Resultate erhalten.

Im letzteren Fall z. B. wäre constatirt, dass entweder die Grundluft keine Pilze enthielt, oder dass die angewandte Nährlösung nicht geeignet war, dieselben zur Entwicklung zu bringen.

Ehe man mit Aussicht auf Erfolg an die Lösung der zahlreichen Fragen gehen konnte, welche die Zahl und Art, die örtliche und zeitliche Verbreitung der in der Luft vorkommenden entwicklungsfähigen Pilze betreffen, musste ein derartiger Apparat geschaffen werden und ich habe mit Erfolg versucht einen solchen zu finden. Derselbe musste von vornherein aus noch zu erörternden Gründen eine Forderung erfüllen, nämlich die, dass seine Capacität eine gewisse Grösse nicht überschreite, d. h. nicht mehr als 20 bis 30 ^{ccm} betrage.

Ich suchte zunächst zu entscheiden, ob etwa die in der analytischen Chemie zur Absorption von Gasen verwendeten Apparate, wenn man sie mit Nährlösung füllt, alle Pilze und Sporen aus der durchgeleiteten Luft abfangen, selbst dann, wenn letztere mit Staub und Pilzen gesättigt ist.

Zur Ausführung dieser Prüfung gibt es nur eine zuverlässige Methode und diese habe ich immer angewendet.

Der zu prüfende mit Nährlösung gefüllte Apparat wird mit einem die gleiche Nährflüssigkeit enthaltenden zweiten Apparat

von gleicher Construction luft- und pilzdicht mittels guter Kautschuckschläuche so verbunden, dass das dünnere Endrohr des ersten Apparates noch etwa $^1/_2$ cm in das etwas weitere Anfangsrohr des zweiten hineinragt.

Um die Anwendung von Kautschukschläuchen zu umgehen, habe ich in vielen Fällen beide Apparate aneinanderblasen lassen, so dass die Communication ununterbrochen durch Glasröhren hergestellt war.

Das Anfangsrohr des einen und das Endrohr des anderen Apparates war durch 2 bis 3 cm lange Wattepfröpfe verschlossen und letztere durch übergestülpte Gummiröhren mit Glasstöpsel vor Nässe geschützt.

Diese aus zwei Absorptionsapparaten bestehende und die Nährlösung in Mengen von je 20 bis 30 ccm enthaltende Vorrichtung wurde während 6 Stunden durch Dampf von 100 bis 150° C. erhitzt.

Letzteres geschah entweder im Dampfkochtopf, oder aber in einem, mit einem eisernen Topf verbundenen Blechcylinder mit doppelten Wandungen, in welchem der Dampf zwischen den concentrischen Wandungen circulirte.

Die ausgezeichneten desinficirenden Wirkungen heisser Wasserdämpfe wurde durch Koch, Gaffky und Löffler experimentell erwiesen [1]).

Koch hat hierbei einen Blechcylinder verwendet, welcher auf einen eisernen Topf, in welchem das Wasser zum Sieden erhitzt wurde, aufgesetzt war. Um die Abkühlung des Dampfes im Blechcylinder zu verhüten, war derselbe mit einem Filzmantel oder einer Lage Watte umgeben.

Da die Anwendung von Filz oder Watte mit manchen Unannehmlichkeiten verbunden, insbesondere auch feuergefährlich ist, so habe ich einen Blechcylinder anfertigen lassen, dessen concentrische Wandungen 3,5 cm von einander entfernt sind. Auch der auf den Cylinder aufgesetzte Helm besitzt doppelte 3 $^1/_2$ cm von einander entfernte Wandungen. Die äussere Wandung des Helmes

1) Mittheilungen aus dem kaiserl. Gesundheitsamt Bd. 1 S. 322 etc.

stellt einen geraden, vollständigen Kegel, die innere Wandung aber einen geraden, abgestumpften Kegel dar, insofern sich die inneren Wandflächen nicht wie die äusseren in einem Punkte (dem Scheitel) berühren, sondern eine kreisförmige Oeffnung frei lassen, durch welche der im innern Cylinder aufsteigende Dampf in den äusseren hohlen Cylindermantel eindringt; in demselben herabsinkend gelangt der heisse Dampf durch die Abflussröhrchen *hh* wieder in den inneren Cylinder, ein Theil fliesst als Condensationswasser in den Dampfkochtopf zurück. In Fig. 2 ist *a* der gusseiserne Dampfkochtopf, *b* innerer Mantel von Zink, in den Dampfkochtopf 3 cm hineinragend, *c* äusserer Mantel, 7 cm weiter als *b* und mit seinem Boden an den inneren Mantel angelöthet, dadurch den Dampfkochtopf abschliessend. *d* und *e* doppeltwandiger Trichterhelm zum Abnehmen, mit seinen senkrechten Doppelwandungen in die beiden Cylinderwandungen *c* und *b* hineinpassend, *f* Oeffnung zum Entweichen des Dampfes in den Mantelraum, *g* Oeffnung für ein Thermometer, *hh* Abflussröhrchen für Dampf- und Condensationswasser nach dem Dampftopf, *l* Abflussröhrchen nach aussen, geschlossen zu halten,

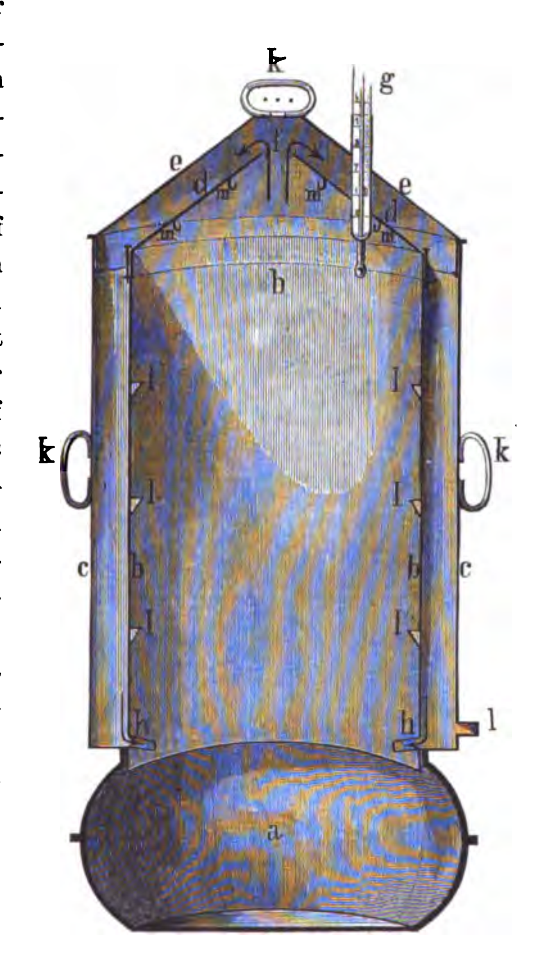


Fig. 2.

k Henkel, *i* Träger für hineinzulegende Siebe, *m* Haken zum Hineinhängen von Gegenständen. Der innere Mantel ist 30 cm weit, der äussere 7 cm weiter, Höhe des Cylinders ca. 60 cm (exclusive Helm). Oeffnung der innern Trichterhelmwandung ca. 3 cm Durchmesser. Die Drahtgewebeeinlagen von verzinktem Draht zum Aufstellen von Gegenständen mit einer Maschenweite von 0,5 cm können leicht herausgenommen werden.

Mittels dieses Apparates, dessen innerer Cylinderraum sehr geräumig ist, lassen sich auch grössere Gegenstände sterilisiren. Die Temperatur steigt im Innern bei Anwendung siedender Salzlösungen auf 112° C.

Nachdem der Doppelabsorptionsapparat im Dampftopf oder in dem oben beschriebenen Cylinder sammt seinem Inhalt sterilisirt war, wurde das Anfangsrohr desselben mit dem einen Tubus einer zweihalsigen Woulff'schen Flasche verbunden.

Durch den zweiten Tubus der Flasche war eine grosse Gansfeder, deren Kiel einen Korkpfropf durchbohrte, eingeführt.

Die Woulff'sche Flasche diente zur Aufnahme von Schimmelsporen oder von pilzhaltigem Staub. Die Feder zum Aufrühren und Zerstäuben desselben.

Von Schimmelsporen verwendete ich die von Penicillium, Mucor racemosus und Aspergillus niger, welche ich auf feinerem Weizenmehlgebäck, mit destillirtem Wasser durchfeuchteten sog. Einback, (der in flachen 1/2 cm dicken Scheiben, ebenso wie der aus dem gleichen Mehl bereitete Kinderzwieback käuflich ist), cultivirte. Die Culturen wurden im grossen Maassstab in weiten mit Glasplatten bedeckten Krystallisirschalen angestellt und erstere täglich zweimal im Freien heruntergenommen, um frische Luft zutreten zu lassen. Auf diese Weise erhält man auf üppig wucherndem kräftigem Mycel in wenigen Tagen eine reichliche Ernte von Sporen, welche auf Glasplatten getrocknet, einen leichtbeweglichen Staub darstellen.

Um Mikrococcen- und -Bacillen-haltigen Staub zu gewinnen, wurde in folgender Weise verfahren: Aeusserst feiner Zimmerstaub, den ich gelegentlich meiner Untersuchungen über die Verunreinigung der Zwischendecken, von der Oberfläche der Fehl-

bodenfüllung in Abbruch befindlicher Häuser, in grossen Mengen gesammelt hatte, wurde mehrere Tage hindurch bei 100° C. sterilisirt, dann mit einer Nährlösung wiederholt durchtränkt, welche grosse Massen von Mikrococcen oder von Bacillus subtilis enthielt. Der so mit einer bestimmten Pilzart imprägnirte Staub wurde dann bei 35° C. getrocknet und die hierbei gebildeten zusammenhängenden Krusten im Mörser fein zerrieben; so erhielt ich einen, mit bestimmten Mikro-Organismen hochgradig imprägnirten, sehr feinen und mobilen Staub.

Dieser Pilzstaub wurde nun in die mit dem Doppelabsorptionsapparat verbundene Woulff'sche Flasche gebracht, mittels einer Gansfeder darin zerstäubt und die mit Staub, Pilzen und Sporen reichlich beladene Luft durch den Doppelapparat so langsam aspirirt, dass pro Stunde nur ca. 2 Liter Luft die Nährlösungen passirten.

Vorher war selbstverständlich der Wattepfropf aus dem mit der Woulff'schen Flasche verbundenen Rohrstück, durch welches die Luft in den Apparat eintrat, entfernt worden, nicht aber jener in dem mit dem Aspirator verbundenen Endrohr, welcher bestimmt war eine Verunreinigung der Nährlösung des 2. Apparates vom Aspirator her zu verhüten.

Nachdem das Durchleiten der staubhaltigen Luft beendigt, beide Apparate durch Ab- und Zuschmelzen des Verbindungsrohres getrennt und das Anfangsrohr des ersten Apparates mit einem Wattepfropf wieder verschlossen war, wurden beide in einen Brutofen gebracht, dessen Innentemperatur constant auf 32° C. erhalten wurde.

T r ü b t e s i c h n a c h d e m D u r c h l e i t e n d e r p i l z h a l t i g e n L u f t u n d n a c h m e h r t ä g i g e m A u f e n t h a l t b e i d e r A p p a r a t e i m B r u t o f e n, d i e N ä h r l ö s u n g d e s 2. A p p a r a t e s, s o w a r e r w i e s e n, d a s s d e r e r s t e n i c h t a u s r e i c h t e a l l e P i l z e u n d S p o r e n d e r d u r c h s t r e i c h e n d e n L u f t z u e n t z i e h e n. B l i e b d a g e g e n d i e N ä h r f l ü s s i g k e i t d e s 2. A p p a r a t e s s e l b s t n a c h m e h r t ä g i g e m S t e h e n i m B r u t o f e n b e i 32° C. k l a r u n d z e i g t e d i e m i k r o s k o p i s c h e U n t e r s u c h u n g, d a s s d i e s e l b e t h a t s ä c h l i c h k e i n e P i l z e e n t-

hielt, so war dies ein Beweis, dass der 1. Apparat alle Pilze und Sporen zurückgehalten hatte.

Das Resultat dieser Versuche war folgendes: Die Liebig'sche Birne, der Mohr'sche und Geissler'sche Absorptionsapparat, sowie der von Cohn und Miquel und die v. Pettenkofer'schen Barytröhren waren zu besagtem Zwecke unzureichend.

In allen Versuchen, gleichviel ob Schimmelsporen, mikrococcen- oder bacillenhaltiger Staub zum Durchleiten verwendet wurde, trübte sich die Nährlösung in beiden Apparaten.

War anstatt der mit Staubtheilen und Pilzen überladenen Luft, gewöhnliche Zimmerluft mit ihrem natürlichen und weit geringeren Staubgehalt aspirirt worden, so kam es bisweilen vor, dass sich nur die Nährlösung des dem zweiten vorgelegten Apparates trübte, während die des ersteren klar blieb, aber das Resultat war bei wiederholten Versuchen nicht constant.

Das günstigste, wenn auch nicht ausreichende Resultat wurde mit den v. Pettenkofer'schen Barytröhren erzielt, welche in der gewöhnlichen Länge, aber mit geringerer Weite zur Anwendung kamen.

Ueber die Gründe, weshalb ein Theil der durch die Flüssigkeiten hindurchgesaugten Pilze in dieser zurückblieben, während andere hindurchgingen und erst in der Nährflüssigkeit des 2. Apparates zurückgehalten wurden, lassen sich nur Vermuthungen anstellen. Man könnte denken, dass hierbei die chemisch-physikalische Beschaffenheit der Membran der verschiedenen Mikroorganismen eine Rolle spielt, da einige Arten Cellulosemembranen besitzen (wie z. B. Mycoderma aceti und Leuconostoc mesenterioides nach Nägeli) während die Membran von anderen aus einer als Mycoproteïn bezeichneten Eiweisssubstanz besteht. Die Cellulosemembran wird glatt und trocken, die Mycoproteïnmembran feucht und klebrig sein.

Wenn jedoch die durchgeleitete Luft sowohl Mikrococcen als Bacillen- und Schimmelsporen enthält, so findet man alle drei Pilzarten häufig in beiden Nährflüssigkeiten, sowohl in der des 1. als auch in der des 2. Apparates. Es muss daher ein anderer Grund als der oben erwähnte maassgebend sein.

Naheliegend und am wahrscheinlichsten ist die Annahme, dass alle Pilze und Sporen, welche von der Nährlösung hinreichend benetzt werden, in dieser hängen bleiben, während die im Centrum der durch die Flüssigkeit rollenden Luftblasen befindlichen Pilze, weil sie trocken bleiben, diese passiren und erst in der Nährlösung des 2. Apparates, aus den, sich beim Eintritt in denselben neuformirenden Luftblasen, ausgewaschen und fixirt werden. So verhält sich die Sache, wenn die Luft mit pilzhaltigem Staub oder Schimmelsporen überladen ist.

Die kugelige Oberfläche der durch die Flüssigkeit tretenden Luftbläschen ist dann mit anorganischen und organischen Staubtheilchen, mit Pilzen und Sporen bedeckt; letztere werden, wenn sie lange genug in ständigem Contact mit der Flüssigkeit sind, hinreichend benetzt und ausgewaschen resp. zurückgehalten. Ist dies geschehen, so nehmen die mehr im Innern der Luftbläschen befindlichen Staubpartikel, Pilze und Sporen ihren Platz ein und der eben geschilderte Vorgang beginnt von neuem.

Es ist klar, dass eine geraume Zeit erforderlich sein wird, bis alle, auch die im Centrum der Luftbläschen schwebenden Stäubchen, Pilze und Sporen so stark benetzt sind, dass sie an der Flüssigkeit adhäriren.

Kein Wunder, dass die erwähnten Vorrichtungen, die Liebig'sche Birne, der Mohr'sche und Geissler'sche Absorptionsapparat, sowie die modificirte Barytröhre von v. Pettenkofer, der Cohn'sche und der Miquel'sche Apparat zum Auswaschen der Staubpartikel nicht genügen, denn in diesen sind die durchstreichenden Luftblasen nur momentan, d. h. nur eine oder einige wenige Secunden mit der Nährlösung in Berührung.

Anders verhält sich die Sache, wenn man lediglich atmosphärische Luft durch die Apparate leitet.

In diesem Falle ist die Zahl der in einer Luftblase befindlichen Staubtheile, Pilze und Sporen verhältnissmässig gering, so dass diese sämmtlich an der Sphäre des Bläschens, nachdem sie sich niedergesenkt haben, Platz finden und in unmittelbarem Contact mit der Nährflüssigkeit von dieser befeuchtet und zurückbehalten werden.

Aus diesen theoretischen, den natürlichen Verhältnissen ganz oder nahezu entsprechenden Ueberlegungen ergaben sich unmittelbar die Bedingungen und Eigenschaften, welche ein Apparat erfüllen und besitzen muss, der alle Pilze der durchzuleitenden Luft in der in ihm enthaltenen Nährlösung fixiren soll.

Der wesentliche Factor besteht hierbei offenbar darin, dass man möglichst die Contactflächen zwischen Luft und Flüssigkeit vergrössert und die Dauer der gegenseitigen Berührung beider verlängert. Ersteres wird dadurch erreicht, dass man die Luft in möglichst kleinen Bläschen durch die Flüssigkeit treten lässt.

Um die Grösse des hierdurch erzielten Vortheiles beurtheilen zu können, bedarf es nur einer einfachen mathematischen Ueberlegung.

Vergleicht man die Oberfläche O einer Kugel vom Inhalt J mit der Summe der Oberflächen o von n kleinen Kugeln, deren jede den Inhalt $i = \frac{J}{n}$ besitzt, so findet man:

$$O : n \cdot o = 1 : \sqrt[3]{n}$$

Dies Verhältniss gilt nicht nur für Kugeln, sondern mit derselben Exactheit auch für die sphäroidalen Formen der Luftblasen, um die es sich hier handelt.

Theilen wir also beispielsweise eine grosse Luftblase von $0{,}3^{cm}$ Durchmesser in 3 kleinere Bläschen, so wird die Contactfläche der Luft mit der Flüssigkeit um das $\sqrt[3]{3} = 1{,}442$ fache vergrössert. Statt $0{,}314^{qcm}$ sind jetzt $0{,}453^{qcm}$ Oberfläche vorhanden.

Durch diese scheinbar unwesentliche Maassnahme wird also ein sehr bedeutender Effect erzielt; denn auf der um das $1\frac{1}{2}$ fache vergrösserten Contactfläche werden auch $1\frac{1}{2}$ mal mehr Pilze, Sporen und Staubpartikel Platz finden. Die Wirkung ist sogar noch wesentlich grösser als diese Zahl ausdrückt, d. h. die Zeit, in welcher die in den kleineren Luftbläschen befindlichen Staubpartikel etc. durch die Flüssigkeit ausgewaschen werden, ist nicht etwa bloss um das $1\frac{1}{2}$ fache kürzer. Wenn nämlich die an der Oberfläche des Bläschens gelagerten Pilze etc. in die Nährlösung übergegangen sind, so treten die mehr im Innern des Bläschens

befindlichen an ihre Stelle und diese werden nun ebenfalls 1½ mal rascher in der Flüssigkeit fixirt, als die entsprechenden Staubpartikel in der grossen Luftblase.

In der That, der Erfolg dieser Verbesserung ist nicht bloss ein theoretischer, er kommt durch das Experiment in überraschender Weise zur Erscheinung.

Um kleinere Luftbläschen zu erhalten wurde zunächst folgender Apparat angewendet. Im unteren Theil einer senkrecht aufsteigenden, 16 bis 20 cm langen, 0,5 cm weiten Glasröhre ist (bei *c*) eine capillare Glascannüle eingeschmolzen, wodurch das Lumen des Apparates in zwei Räume getheilt wird, welche lediglich durch diese feine Cannüle communiciren.

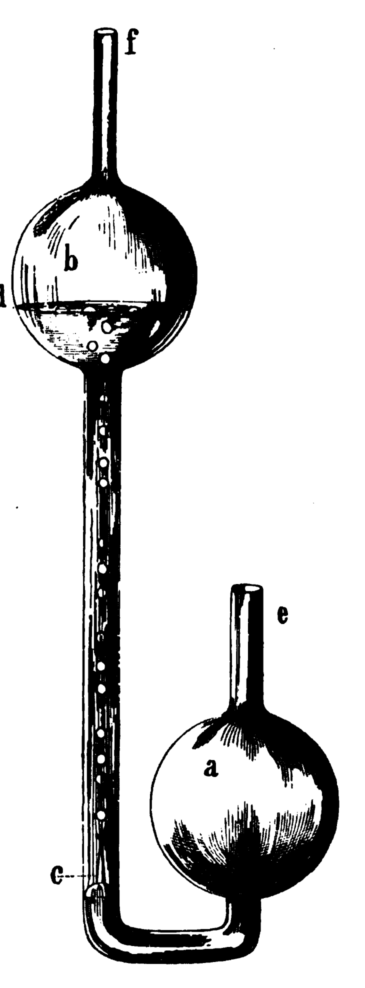


Fig. 3.

Die Nährflüssigkeit befindet sich anfangs in einer Quantität von 10 bis 15 ccm in der Kugel *a*. Soll Luft durchgeleitet werden, so wird bei *f* aspirirt; die Nährlösung tritt dann durch die capillare Cannüle in das vertical aufsteigende Rohr, schliesslich eine Flüssigkeitssäule *cd* darstellend, durch welche die Luft in kleinen isolirt bleibenden Bläschen aufsteigt.

Die Schnelligkeit des Luftdurchtrittes und die Grösse der Bläschen können durch einen zwischen dem Endrohr *f* und dem Aspirator eingeschalteten Glashahn in gewissen Grenzen beliebig regulirt werden.

Um zu prüfen, ob dieser Apparat seine Aufgabe, alle Staubpartikel, Pilze und Sporen der Luft zu entziehen erfüllt, wurden,

wie bei den oben erwähnten Versuchen, zwei solcher 15 ccm Nährlösung enthaltenden Apparate in der Weise verbunden, dass das Endrohr *f* des ersten zweimal rechtwinkelig gebogen, mit dem Anfangsrohr *e* des zweiten Apparates in Contact gesetzt und durch einen dichtschliessenden Gummischlauch verbunden wurde.

Das Anfangsrohr *e* des 1. und das Endrohr *f* des 2. Apparates wurden durch 4 cm lange Wattepfröpfe verstopft und diese durch übergestülpte, mit Glasstöpsel verschlossene Gummiröhren vor Verunreinigung und Nässe geschützt. Nachdem die ganze Vorrichtung durch mehrstündiges Erhitzen in Dampfkochtopf bei 140 ° C. sterilisirt worden war, wurde Luft durchgeleitet und zwar:

I. Luft aus dem Laboratorium wurde durch Cohn'sche Nährlösung während 24 Stunden durchgeleitet.

II. Luft aus dem Secirsaal des pathol.-anatomischen Institutes wurde geleitet:

1. durch Weizeninfus,
2. durch Pferdemistdecoct,
3. durch 1 proc. Peptonlösung,
4. durch Gehirnextract,
5. durch Weizeninfus,
6. durch Fleischinfus.

Bei diesen Versuchen sowohl, wie bei den später erwähnten, hatten die Nährlösungen, wenn spaltpilzhaltige Luft durchgeleitet wurde neutrale und falls die aspirirte Luft mit Schimmelsporen überladen wurde, saure Reaction. Das verwendete Gehirnextract erwies sich als eine sehr empfindliche Nährlösung, in welcher besonders Bacillen sehr kräftig gediehen. Man erhält dasselbe als schwachgelbliche, klare Lösung, wenn man 1 kg fein zerhacktes menschliches Gehirn mit 2 Liter destillirten Wassers kocht, absitzen lässt, decantirt und filtrirt.

Der so bereitete Wasserauszug von menschlicher Gehirnmasse enthält im Mittel von mehreren Analysen in 100 g:

Wasser	99,027 g
Gelöste Stoffe . . .	0,973

von letzteren sind:

Organische Stoffe	0,663 g
Anorganische Stoffe (Aschebestandtheile) .	0,310

Wendet man den Gehirnauszug noch etwas concentrirter an, so dass derselbe ein specifisches Gewicht von 1,006 hat, dann entspricht die darin gelöste Menge organischer und anorganischer Stoffe ziemlich genau derjenigen, welche in der von Nägeli angegebenen Normalnährlösung vorhanden ist (0,2 g $K_2 HPO_4$, 0,04 $MgSO_4$ 0,02 $CaCl_2$ und 1 g Eiweisspepton oder lösliches Eiweiss in 100 g Wasser).

Das Verhältniss zwischen organischen und anorganischen Stoffen ist in beiden Nährlösungen ziemlich gleich. Die Menge der organischen Stoffe schwankt in dem nach obiger Vorschrift bereiteten Gehirnextract zwischen 0,610 und 0,925 %. Nach dem Durchleiten der Luft durch die beiden mit einander »pilzdicht« verbundenen Apparate wurden dieselben einer Temperatur von 32° C. mindestens 8 Tage hindurch ausgesetzt.

Bei Anwendung der Cohn'schen Nährlösung blieb die Flüssigkeit im 2. Apparat vollkommen klar, während diejenige des 1. Apparates durch Bacterium termo getrübt war und auf der Oberfläche derselben ein Rasen von Penicillium glaucum sich entwickelte.

Das Weizeninfus, welches 45 Liter Luft aus dem Sectionssaal passirt hatten, trübte sich nur im 1. Apparat in Folge üppiger Entwicklung von Stäbchen neben wenig Coccen.

Ebenfalls 45 Liter Luft aus dem Sectionssaal waren durch einen Pferdemistauszug geleitet worden; auch hierbei entwickelten sich im 1. Apparat Schimmelmycelien (besonders von Mucor-Formen), die Nährlösung im 2. Apparat dagegen blieb vollkommen klar.

Auch die Peptonlösung, durch welche 36 Liter Luft hindurchgegangen waren, trübte sich lediglich im 1. Apparat, in Folge von Coccen-Entwicklung.

Gehirnextract, durch welches 45 Liter Luft aspirirt worden waren, wurde nach 2 Tagen stark trübe durch lange Stäbchen und Mikrococcen.

In sämmtlichen 6 Versuchen waren also alle in der durchgeleiteten Luft suspendirten Partikel durch die Nährlösung des 1. Apparates fixirt worden. Auf Grund dieser 6 positiven Versuchsresultate konnte man wohl annehmen, dass der dabei benutzte

Apparat zur Bestimmung der entwicklungsfähigen Luftpilze nach Zahl und Art mit voraussichtlich immer gleichem Erfolg verwendbar sei [1]).

Eine sichere Garantie war durch diesen Erfolg aber keineswegs gegeben und hätte auch durch Fortsetzung dieser Vorversuche nicht, oder nur durch grossen Zeit- und Mühe-Aufwand erzielt werden können. Dies war nur, oder jedenfalls viel leichter und sicherer durch Versuche möglich, bei welchen eine durch Zerstäuben von pilzhaltigem Staub absichtlich mit Pilzen und Sporen überladene Luft zum Durchleiten benutzt wurde.

Ein Apparat, welcher sich im letzteren Falle als unzureichend erweist, entbehrt der Zuverlässigkeit und ist nicht brauchbar; denn es ist nicht oder nur sehr schwer möglich, durch Durchleitungsversuche mit atmosphärischer Luft die höchste Pilzmenge d. h. die äusserste Grenze zu ermitteln, bei welcher der Apparat noch sicher functionirt.

Arbeitet man auch mit der Luft aus Wohnungen, Spitälern etc., so kann leicht der Fall eintreten, dass der Apparat, welcher nur für Luft mit geringem Staubgehalt die Probe bestanden hat, die zufällig staubreichere Luft nur zum Theil von Pilzen befreit. Ein auf solche Weise geprüfter Apparat könnte endlich in Fällen, bei welchen es sich um die Entscheidung handelt, ob eine Luft überhaupt Pilze enthält, nicht zur Anwendung kommen; der Beobachter würde im Gefühl der Ungewissheit immer nur über wahrscheinliche, niemals über sichere Resultate verfügen.

Der oben beschriebene Kugelapparat, mit eingeschmolzener Capillarcanüle, durch welche die Luft genöthigt wurde, in kleinen Bläschen durch die im verticalen Glasrohr befindliche Nährlösung

---

1) Man hätte sich damit begnügen können, wenn die Beobachter, welche sich mit der Bestimmung der entwicklungsfähigen Luftpilze befassten, die Zuverlässigkeit der von ihnen benutzten Methode wenigstens in so weit durch Vorversuche geprüft hätten, wie dies bei dem eben beschriebenen Apparat durchgeführt wurde; allein nicht einmal dies ist geschehen. Man glaubte, es sei genügend die Luft auf irgend eine Weise durch die Nährlösung zu leiten. Die Leistungsfähigkeit, den Grad der Zuverlässigkeit der acceptirten Methode, hat ausser Cohn, welchem die Mängel seines Apparates bekannt waren, niemand geprüft.

emporzusteigen, vermochte zwar aus der stets bewegten Luft des Laboratoriums und des Sectionssaales alle Pilze zurückzuhalten, er ergab aber ein ungünstiges Resultat beim Durchleiten von Luft, welche mit Pilzen dadurch überladen war, dass sie aus einer Vorlage bezogen wurde, in welcher ich reichliche Mengen pilzhaltigen Zimmerstaubes mittels eines Federbartes beständig zerstäubte.

Es wurden zwar nur 4 Versuche ausgeführt, 3 davon mit negativem, und nur einer mit positivem Resultat. Die Versuchsanordnung war dieselbe, welche auf S. 184 detaillirt beschrieben ist.

I. Versuch mit 3,8^{g} trockener Sporen von Penicillium glaucum, welche in einer mit dem Eingangsrohr des 1. Apparates direct communicirenden Woulff'schen Flasche zerstäubt wurden. Die Luft rollt in linsengrossen Bläschen durch die Nährlösung. Letztere besteht aus Weizeninfus und jeder der beiden Kugelapparate enthält 10^{ccm} davon. Zeitweise verstopft sich die Capillarcanüle im aufsteigenden Rohr, so stark ist die durch dieselbe hindurchtretende Luft mit Sporen beladen. In 24 Stunden hatten 33½ Liter Luft die beiden Apparate passirt. Nach dieser Zeit werden dieselben in den Brutofen bei 32° C. gebracht.

Nach Verlauf eines Tages ist weder im 1., noch im 2. Apparat eine Spur von Pilzbildung zu bemerken; nach 2 Tagen jedoch ist die ganze Oberfläche der Nährlösung im 1. Apparat mit Penicilliummycel überzogen und keimende Sporen schwimmen in der Nährlösung. Die Flüssigkeit im 2. Apparat ist noch klar, keine Pilzentwicklung darin bemerkbar. Am 3. Tage sind einzelne wenige keimende Sporen auch im 2. Apparat zu sehen. Während in der Folge reichliches Mycel mit Sporenbildung im 1. Apparat sich entwickelt, verschwinden die kleinen Mycelflocken im 2. Apparat wieder ganz. Nach 8 Tagen wurden mehrere sterilisirte Proben von Weizeninfus mit geringen Flüssigkeitsmengen aus dem 1. und 2. Apparat inficirt; in diesen tritt ziemlich reichliche Mycelbildung auf, ein weiterer Beweis für die Thatsache, dass einzelne Penicilliumsporen auch in den 2. Apparat gelangt waren.

II. Versuch. Ganz in derselben Weise wie Versuch I angestellt. Die Menge der zerstäubten Sporen von Mucor racemosus und Aspergillus niger war jedoch wesentlich geringer als jene

von Penicillium im I. Versuch. Auch waren die durch die Nährlösung (Weizeninfus) streichenden Luftbläschen wesentlich kleiner als im Versuch I. Menge der durchgesaugten Luft circa 30 Liter in 24 Stunden. An den Wänden der unteren Glaskugel von Apparat I (Fig. I a) und in geringerer Weise an den Wänden der oberen Glaskugel (Fig. 1 b) entwickelt sich, auf die Flüssigkeit übergreifend, Sporen bildendes Mycel. Die Nährlösung im 2. Apparat bleibt dauernd klar und sterilisirte Proben von Weizeninfus, welche in mit Wattepfröpfen verschlossenen Reagenzgläsern sich befanden, bleiben, obgleich mit je 2 ccm der Nährlösung aus dem 2. Apparat vermischt, klar und entwickeln kein Mycel.

III. Versuch. Die Versuchsanordnung war ebenso wie in I und II. Anstatt Schimmelsporen wurden auf sterilisirtem Zimmerstaub eingetrocknete Bacillen (Bacillus subtilis) in der Vorlage zerstäubt. Jeder der mit einander verbundenen Apparate war mit 10 ccm Gehirnextract beschickt. Menge der aspirirten Luft 36 Liter in 24 Stunden.

Nach 3 Tagen sind die Nährlösungen beider Apparate mit Bacillus subtilis stark getrübt, die des 1. jedoch wesentlich stärker als jene des 2. Die mikroskopische Untersuchung ergibt: reichliche Entwicklung von Bacillus subtilis in beiden Apparaten.

IV. Versuch. Zum Versuch IV wurde Bacterium termo, auf Zimmerstaub und Sand eingetrocknet, verwendet und etwa 30 Liter Luft in 24 Stunden durch die beiden Apparate aspirirt. Die durch die (Cohn'sche) Nährlösung steigenden Luftblasen sind kaum stecknadelkopfgross. Schon nach 24stündigem Aufenthalt im Brutofen bei 32 ° C. ist die Nährlösung im 1. Apparat getrübt und die Trübung nimmt an den nächsten Tagen zu. Die Nährlösung des 2. Apparates dagegen ist noch am 5. Tage vollkommen klar. Bei der mikroskopischen Untersuchung erweist sich die Nährlösung im 2. Apparat als vollkommen pilzfrei, in derjenigen dagegen vom 1. Apparat finden sich Bacterien und Coccen in grosser Masse.

Auch beim V. Versuch wurde dieselbe Versuchsanordnung gewählt wie in den vorigen. In der dem I. Apparate vorgelegten Woulff'schen Flasche wurde eine geringe Menge Bacillen-haltigen

Zimmerstaubes, gemischt mit viel Penicillium-Sporen zerstäubt. In jedem der beiden Kugelapparate befanden sich 10 ccm Weizeninfus. Die durch die Nährlösung steigenden Luftbläschen sind etwas kleiner als in Versuch I. In 24 Stunden hatten etwa 32 Liter Luft die beiden Apparate durchstrichen.

Schon nach eintägigem Aufenthalt im Brutofen bei 32° C. waren im 1. Apparat und nach 2 Tagen auch im 2. Apparat einige Flocken bemerkbar. Am 5. Tage war die Nährlösung vom 1. Apparat sehr stark getrübt und fructificirendes Mycel auf der Oberfläche derselben vorhanden. Im 2. Apparat waren an diesem Tage 8 bis 10 in der Flüssigkeit schwimmende, keimende Sporen in Form erbsengrosser Flocken sichtbar. Am 7. Tage wurde die mikroskopische Untersuchung vorgenommen und im 1. Apparat ausser fructificirendem Penicilliummycel massenhaft ellipsoïdische Sporen von Bacillus subtilis in verschiedenen Keimstadien und Stäbchen zu zweien winkelig gebrochen und einzeln in lebhaftem Schwärmzustand gefunden. In der Nährlösung vom 2. Apparat war nur Penicilliummycel zu sehen, dagegen keine Stäbchen oder Sporen von Bacillus subtilis. Auch bei Weiterimpfung in sterilisirten Proben von Weizeninfus entwickelten sich in diesen nur Penicillium.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass in den Nährlösungen immer nur die in der Vorlage massenhaft zerstäubten Sporen und Pilze sich etablirt und vermehrt haben, während die durch die atmosphärische Luft gleichzeitig eingeführten Keime durch erstere unterdrückt wurden, so dass sie nicht zur Entwicklung gelangten.

Das durch die obigen 5 Versuche erzielte Resultat ist keineswegs zufriedenstellend, da der Apparat unter allen Verhältnissen auch aus der staubreichsten Luft alle Pilze zurückhalten soll.

Resultate, welche mit einem Aëroskop erzielt werden, welches dieses Postulat nicht erfüllt, sind ungenügend, unzuverlässig und eher gefährlich als nützlich, denn sie geben zu Trugschlüssen mannigfacher Art Veranlassung und diese selbst oder Hypothesen und Theorien, die auf dieselben sich gründen und stützen, lenken die Forschung auf falsche Bahnen.

Angenommen, wir hätten eine Nährlösung, in welcher alle Spaltpilze gleich gut gedeihen oder es wäre eine Methode gefunden,

um von den in einer Flüssigkeit gesammelten Pilzen eines Raumes diejenigen, welche der Zahl nach vorherrschen, zur Entwicklung zu bringen.

Es soll ferner die Aufgabe gestellt sein zu entscheiden, welche Spaltpilzart in einem siechhaften Wohnraum vorherrscht.

Würden wir im ersteren Falle irgend eines der gegenwärtig vielfach in Gebrauch befindlichen ganz unvollkommenen Aëroskope zum Einfangen und Sammeln der Pilze benutzen, so könnte leicht der Fall eintreten, dass gerade diejenigen Pilze des betreffenden Raumes, welche der Zahl nach die stärksten sind, den pilzdurchlässigen Apparat, etwa deshalb weil sie eine schwer benetzbare Membran besitzen, zum Theil oder in ihrer ganzen Zahl passiren, ohne in der Nährlösung fixirt zu werden. Obgleich diese Nährlösung die Eigenschaft besitzt, alle Pilze gleichmässig zur Entwicklung zu bringen, so würden in diesem Falle gerade diejenigen in der Nährlösung gar nicht zu finden sein, welche in grösster Menge in der Luft des siechhaften Wohnraumes vorhanden waren.

Ein ebenso unrichtiges Resultat würde man im zweiten Falle erzielen, wenn man die Methode zur Ausführung bringen wollte, welche gestattet, von den aus der Luft des siechhaften Raumes, in einer Flüssigkeit gesammelten Pilzen diejenigen zur Entwicklung zu bringen, welche in grösster Menge in der untersuchten Luft ursprünglich vorhanden waren.

Nach den obigen Versuchsergebnissen war es nothwendig, um endlich einen durchschlagenden Erfolg zu erzielen, entweder die Luft in noch kleineren Bläschen durch die Flüssigkeit treten zu lassen, oder aber den Weg, welchen die Luftblasen in der Flüssigkeit zurückzulegen hatten und die hierzu nöthige Zeitdauer wesentlich zu verlängern und im Nothfalle für beides zugleich Sorge zu tragen. Voraussichtlich konnte man am leichtesten, ohne das Princip des oben beschriebenen Apparates zu modificiren, das Ziel auf dem zweiten Wege erreichen.

Anstatt der senkrecht aufsteigenden Röhre (*cd* in Fig. 3) wurde eine spiralig gewundene Röhre (Fig. 4) mit parallel liegenden, sanft aufsteigenden Windungen verwendet und dadurch der Weg, welchen die

Luftblasen in der Nährlösung zurücklegen müssen, um das 4 bis 5fache vergrössert.

Die Länge der Spirale beträgt 70 bis 80, die verticale Achse derselben 12 bis 14 cm. Die Form ist die cylindrische und stellt daher eine Schraubenlinie dar.


Fig. 4.

Man kann unbeschadet der Function die Länge der Spirale und den Durchmesser einer einzelnen oder einer jeden Windung in gewissen Grenzen beliebig vergrössern. In dem mit der Kugel oder Birne verbundenen Glasrohr befindet sich die capillare Canüle, horizontal gestellt, am Anfang der ersten Spiralwindung.

Der Apparat wird mit 20 bis 25 ccm Nährlösung beschickt, welche die Spirale und etwas weniger als ein Drittel der oberen Kugel ausfüllt. Die beim Durchtritt durch die Capillar-Canüle gebildeten stecknadelkopfgrossen Luftbläschen rollen eines am andern, eine zierliche rosenkranzförmige Schlangenlinie bildend, durch die Nährlösung nach oben. Die folgenden Versuche geben Zeugniss von der trefflichen Leistung des Apparates.

Ganz in derselben Weise wie bei den Versuchen mit gewöhnlichen Absorptionsapparaten und dem Kugel-Aëroskop mit gerade aufsteigender Röhre (S. 184) wurde auch hierbei mit zwei luft-

und pilzdicht verbundenen und sammt Inhalt bei 120 ° C. sterilisirten Spiralapparaten so experimentirt, dass die mit Staub, Pilzen oder Sporen möglichst beladene Luft zuerst durch den zu prüfenden und dann durch den Controlapparat gesaugt wurde.

Das Klarbleiben der Nährlösung des 2. Apparates nach dem Luftdurchleitungsversuche war zugleich ein Beweis dafür, dass beide Apparate mit ihren Nährlösungen vollkommen sterilisirt waren.

Versuch I mit $0{,}2^{g}$ Penicilliumsporen, welche in einer dem 1. Apparat vorgelegten Woulff'schen Flasche zerstäubt wurden. Beide Apparate sind mit je 20^{ccm} Weizeninfus beschickt. Nachdem circa 30 Liter Luft in 24 Stunden durchgesaugt waren, wurde der Doppelapparat in einer constanten Temperatur von 30 ° C. aufbewahrt. 24 Stunden nach Beendigung des Versuches sind beide Nährlösungen noch klar. Nach 4 Tagen ist die Oberfläche der Flüssigkeit in der unteren Kugel des zu prüfenden 1. Apparates mit sporentragendem Penicilliummycel bedeckt und auch in der Nährlösung schwimmen einzelne Flocken keimender Sporen. Die Nährlösung im 2. Apparat ist und bleibt in der Folge ganz klar und frei von Pilzentwicklung.

Versuch II. 4^{g} Sporen von Penicillium werden mittels einer grossen Gansfeder zerstäubt. Die in Folge dessen von grünen Nebeln erfüllte Luft wird durch zwei luft- und pilzdicht verbundene Spiralapparate geleitet. Die Luftbläschen gehen sehr regelmässig, ohne sich zu grösseren zu vereinen, durch die aus je 25^{ccm} bestehenden Nährlösungen von schwachsaurem Weizeninfus. Jede einzelne Blase hat die Grösse eines grossen Stecknadelkopfes.

Nach 10stündiger Dauer des Versuchs kommt die Vorrichtung in den Brutofen bei 30 ° C. Schon nach 36 Stunden zeigt sich auf der Oberfläche der Nährlösung in beiden Kugeln des 1. Apparates beginnende Mycelbildung. Die Nährlösung im 2. Apparat dagegen ist klar. Nach 6 Tagen ist die ganze Oberfläche der Nährlösung vom 1. Apparat durch einen grünen Rasen von Sporen tragendem Penicilliummycel bedeckt, die Nährflüssigkeit im 2. Apparate ist fortdauernd klar und durch die am 15. Tage nach dem Versuch ausgeführte mikroskopische Untersuchung wurde die Abwesenheit von Pilzen etc. constatirt.

Versuch III. Ein Spiralapparat mit 6 Spiralgängen ist mit einem zweiten gleichartigen, wie bei den anderen Versuchen, verbunden, jeder derselben enthält circa 20^{ccm} Gehirnextract. Nach 6stündigem Kochen im Dampfkochtopf wird Luft aus einer vorgelegten Woulff'schen Flasche hindurchgeleitet, in welcher 5 Stunden hindurch mit Bacillen imprägnirter Zimmerstaub so stark zerstäubt wurde, dass dichte Nebel die Luft erfüllten. Nach 5stündiger Versuchsdauer, während welcher etwa 6 Liter Luft die Nährlösung in Form kleiner Bläschen von $1\frac{1}{2}^{mm}$ Durchmesser (Grösse eines Stecknadelkopfes) passirt hatten, kamen beide Apparate von einander getrennt in den Brutofen. Auch bei diesem Versuch war schon nach 24 Stunden im 1. Apparat üppige Pilzentwicklung d. h. starke Trübung aufgetreten und zwar am stärksten in dem vor der Canüle gelegenen Abschnitt des Apparates, geringer in der die Spirale füllenden Flüssigkeitssäule. Am 3. Tage hat sich auf der Oberfläche der Nährlösung vom 1. Apparat ein dünnes Häutchen gebildet. Die Flüssigkeit im 2. Apparat ist ganz klar.

Bei der am 2. Tage vorgenommenen mikroskopischen Untersuchung der Nährlösung aus dem 1. Apparat findet man grosse Massen von Bacillen, theils schwärmend, theils ruhend, theils vereinzelte Stäbchen, theils in längere Stäbchen gegliederte Fäden und die charakteristischen Keimstadien der Sporen.

Die Nährlösung des 2. Apparates ist auch am 10. Tage noch vollkommen klar und erweist sich mikroskopisch untersucht als pilzfrei. In eine sterilisirte Probe von Gehirnextract wird 1^{ccm} davon gebracht. Diese Probe ist auch noch nach 5 Wochen nicht im mindesten getrübt.

Versuch IV. Genau so wie der vorige, aber mit einem anderen Spiralapparat gleicher Construction angestellt. Dauer des Versuchs 6 Stunden. Nährlösung je 20^{ccm} Gehirnextract, durch welche eine mit bacillenhaltigem Staub dicht erfüllte Luft geleitet wird. Die durch die Nährlösung streichenden Luftblasen haben die Grösse von 1 bis 2^{mm}. Auch hier ist nach 36 Stunden im 1. Apparat besonders die vor der Capillarcanüle befindliche, die Kugel zu $\frac{1}{3}$ erfüllende Nährlösung stark getrübt. Die Trübung nimmt an den folgenden Tagen zu. Die Nährlösung wird am 4. Tage

mikroskopisch untersucht, wobei man massenhaft Stäbchen, Coccen und Sporen findet. Am 5. Tage ist die Nährflüssigkeit im 2. Apparat noch vollkommen klar und pilzfrei; dieselbe wird in eine frische Probe sterilisirten Gehirndecoctes überimpft, ohne in der Folge eine Alteration dieser Nährflüssigkeit hervorzubringen.

Versuch V mit Cohn'scher Nährlösung ausgeführt. 24 Stunden hindurch wurde die Luft des Laboratoriums durch zwei miteinander verbundene Spiralapparate geleitet, während der Boden gekehrt, Tische und Geräthe abgestäubt wurden. Die Nährlösung im 1. Apparat trübte sich durch reichliche Mikrococcenentwicklung; diejenige im 2. Apparat blieb klar.

VI. Versuch. Durch zwei mit einander verbundene Spiralapparate mit sehr feinen Canülen, welche mit je 20 ccm Eiereiweissdecoct gefüllt und durch 6 stündiges Kochen im Dampfkochtopf sterilisirt waren, wurde Luft aus einer Woulff'schen Flasche aspirirt; in letzterer wurde Zimmerstaub, der mit Bacillus subtilis imprägnirt war, zerstäubt. Die Luft geht in 1 ½ mm grossen Bläschen in 2 bis 3 neben einander liegenden Schlangenketten durch den Apparat. Der Blasengang ist continuirlich und in der oberen Kugel sammeln sich die Blasen in 3 über einanderliegenden Schichten, nur langsam platzend. Nach 12 stündiger Versuchsdauer kommen beide Apparate von einander getrennt in den Brutofen. Nach 24 Stunden schwache Trübung der Nährlösung im 1. Apparat, jene im 2. Apparat ist ganz klar. Nach 2 Tagen starke Trübung im 1. Apparat, aber nur in dem vor der Capillarcanüle befindlichen Theil der Flüssigkeit. Nährlösung im 2. Apparat klar. Am 8. Tage findet man im 1. Apparat gegliederte Fäden von Bacillen und Coccenketten, erstere aus 1, 2 und 3 Stäbchen bestehend in schlangenartiger, auch Torula in peitschenförmiger Bewegung. Inhalt vom 2. Apparat vollkommen pilzfrei; mit demselben werden 2 sterilisirte Proben von Eiereiweissdecoct vermischt, welche in der Folge ebenfalls klar bleiben.

Versuch VII. Wie bei den vorigen wird mit einem aus 2 Spiralaëroskopen bestehenden Doppelapparat verfahren. Jeder der beiden Apparate enthält 20 ccm Gehirndecoct. 24 Stunden nach Beendigung des Versuchs Trübung im 1. Apparat. Nähr-

lösung im 2. Apparat vollkommen klar. Nach 3 Tagen sehr starke Trübung im 1. Apparat, ein weissliches Häutchen auf der Oberfläche; bei Bewegung sinken kleine Flocken von der Oberfläche in die Flüssigkeit hinab. Inhalt vom 2. Apparat noch ganz klar; desgleichen am 5. Tage. Die mikroskopische Untersuchung ergibt: colossale Mengen von Mikrococcen und Stäbchen, zum Theil in Haufen beisammenliegend, im 1. Apparat. Im II. Apparat vollkommen klare, pilzfreie Flüssigkeit.

Versuch VIII. Die beiden mit einander verbundenen Apparate enthalten je 20 ccm Gehirndecoct. Die aspirirte Luft mit Bacillus subtilis-haltigem Staub beladen. Beide Apparate wurden im Dampfkochtopf (wie die früheren) sterilisirt und kamen nach dem Versuch in den Brutofen bei 30 ° C. Nach 24 Stunden Trübung im 1., keine im 2. Apparat. Am 5. Tage zeigt die mikroskopische Untersuchung im 2. Apparat pilzfreie Nährlösung und zahlreiche Bacillen im 2. Apparat. Eine Probe von sterilisirtem Gehirndecoct wird mit 1 ccm aus dem 2. Apparat inficirt; dieselbe ist nach 8 Tagen noch vollkommen klar.

Versuch IX. Genau wie der vorige und mit demselben Resultat durchgeführt; es war jedoch in der halben Höhe der Spirale eine kleine Kugel und eine 2. Capillarcanüle angebracht.

Nur in 2 Versuchen, bei welchen genau wie bei den vorigen verfahren wurde, war das Resultat negativ. Bei dem einen derselben war Gehirndecoct, bei dem anderen Fleischinfus als Nährlösung benutzt worden und in beiden Fällen war bacillenhaltiger Staub in Anwendung gekommen; in beiden Fällen war auch die Nährlösung im 2. Apparat durch Bacillen und Mikrococcen getrübt.

Der Grund dieser beiden Misserfolge lag darin, dass die Canülen zu weit und die durch die Flüssigkeit streichenden Blasen zu gross waren; dieselben hatten einen Durchmesser von 3½ bis 4 mm.

Ausser diesen Versuchen wurden noch 25 andere ausgeführt, bei welchen gleichzeitig andere Zwecke verfolgt wurden. In diesen 25 Versuchen, bei welchen immer 2 mit einander verbundene Spiralapparate zur Verwendung kamen, wurde entweder Zimmerluft oder freie atmosphärische Luft in Mengen von mindestens 20 Litern

aspirirt. Als Nährlösungen wurden 1 procentige neutrale Fleischextractlösung, oft mit Zusatz von 1 % Zucker, neutraler Wasserauszug von menschlicher Gehirnmasse, modificirte Cohn'sche Nährlösung und Peptonlösung mit Zusatz von Aschebestandtheilen benutzt. Das Resultat war immer positiv, d. h. alle Pilze wurden im 1. Apparat abgefangen, gleichviel ob die durch die Nährlösungen steigenden Luftbläschen nur 1½ oder 3 mm Durchmesser hatten.

Unter den angegebenen Mengen zerstäubter Schimmelsporen befanden sich selbstverständlich auch kleinste Stücke von Fruchtträgern und Mycel, da es kaum möglich ist, Sporen gesondert von den Sporangien abzunehmen.

Die Ergebnisse der Versuche sind günstiger als wir erwartet hatten. Die absichtlich mit Staub, Pilzen und Sporen überladene Luft wurde, in Form stecknadelkopfgrosser Bläschen (von 1—2 mm Durchmesser) durch die spiralige Flüssigkeitssäule streichend, von allen suspendirten anorganischen, organischen und organisirten Körperchen vollständig befreit.

Die Möglichkeit, diesen Effect bei Anwendung von Flüssigkeiten zu erreichen, wurde gerade von denjenigen Forschern, welche sich mit ähnlichen Versuchen und mit mykologischen Untersuchungen überhaupt früher schon eingehend beschäftigten, als ein nicht leicht zu lösendes Problem betrachtet.

Sowohl E. Th. Chapman[1]), als auch Tyndall[2]) fanden, dass einfaches Durchleiten der Luft durch Flüssigkeiten (Kalilauge, Schwefelsäure etc.) nicht genügt, den Staub und die organischen Stoffe zurückzuhalten.

Auch Cohn gesteht offen zu, dass es bei seinen grundlegenden Versuchen öfters vorkam, dass Luft, welche allen Voraussetzungen nach mit Pilzkeimen erfüllt sein musste, doch die Nährlösungen beim Durchströmen nicht inficirte. Dies beruhte nach seiner Ansicht darauf, »dass die Bacterienkeime als unendlich kleine, leichte und vermuthlich mit einer Gallerthülle umgebene Körperchen in Flüssigkeiten nur mit besonderer Schwierigkeit zurückgehalten,

---

1) Chapmann, The Journal of the Chemical Society of London (2) Vol. 8 pag. 98.

2) Tyndall, Chemisches Centralblatt (1870) S. 715.

meist aber von den aufsteigenden Luftbläschen wieder fortgerissen werden, ohne benetzt zu sein, ähnlich wie dies etwa mit den Sporen von Lycopodium der Fall ist.«

Diese und andere zum Theil vielleicht noch gar nicht bekannte Schwierigkeiten wurden mit Hilfe des Spiralapparates überwunden.

Seine treffliche Wirkung wird im Wesentlichen durch folgende Factoren bedingt:

1. Ein Theil der in der Luft suspendirten Körperchen wird bereits beim Eintritt in das Anfangsrohr und in die untere Kugel an der mit Nährlösung befeuchteten Kugelfläche haften, ein anderer Theil wird in der nur wenig bewegten Luftschichte niedersinkend deponirt werden.

2. Das erste Hinderniss findet die vorwärtsströmende Luft in dem kleinen Volumen restirender Nährlösung, welche den rechtwinkelig gebogenen (tiefsten) Theil der mit der Kugel communicirenden Glasröhre ausfüllt; durch diese kleine Flüssigkeitsmenge tretend, wird ein Theil der suspendirten Lufttheilchen zum ersten Male angefeuchtet, zum geringsten Theil auch zurückgehalten. Dies ist unter der Voraussetzung der Fall, dass der Apparat im leichten Winkel zur Horizontalaxe derartig aufgestellt wird, dass die Birne etwas tiefer zu stehen kommt, als es bei horizontaler Stellung der Fall ist. Eine derartige Stellung des Apparates verhütet zugleich das Hängenbleiben der Luftbläschen in der Nähe der Capillarcanüle und das Zusammenfliessen derselben zu grösseren Blasen.

3. Beim Durchtritt der Luft durch die Capillarcanüle werden die kurz vorher formirten Luftblasen derart gestreckt und comprimirt, dass sich die Wandungen derselben, sofern solche überhaupt noch vorhanden sind, nahezu berühren.

Beim Durchtritt durch diese Capillarcanüle, deren Wandungen in Folge der Attraction stets benetzt sind, wird jedenfalls eine recht beträchtliche Zahl von Stäubchen, Pilzen und Sporen zurückgehalten. Daher kommt es auch bisweilen vor, dass sich die Canüle beim Durchleiten einer mit Schimmelsporen absichtlich überladenen Luft theilweise oder ganz verstopft.

4. Die wesentlichste Bedeutung für das Zustandekommen eines vollkommenen Erfolges kommt unzweifelhaft der geringen Grösse

der Luftbläschen zu, ein Factor, dessen Bedeutung wir oben (S. 182) klar gelegt haben.

Das Resultat ist sicher und vollkommen, d. h. alle Pilze werden im Apparat abgefangen, wenn der Durchmesser der einzelnen Luftbläschen nicht grösser als 1 ½ Millimeter ist[1]). Diese Forderung muss erfüllt resp. ganz besonders beachtet werden.

Der Luftdurchtritt wird am besten so regulirt, dass 3 oder 4 nebeneinanderlaufende Bläschenketten in der Spirale aufwärts steigen.

Diese kleinen Bläschen, durch die stets von oben nach unten in der Spirale rückströmende Flüssigkeit beständig aufs Neue überströmt, finden auf ihrem 70 bis 80 cm langen Wege in dieser Rückströmung ein Hinderniss, welches die Deposition der suspendirten Partikel ungemein befördert. Der Druck, welchem die Bläschen durch die spiralige Flüssigkeitssäule ausgesetzt sind, ist von unten nach oben abnehmend, und umgekehrt verhält sich daher die Schnelligkeit ihrer Aufwärtsbewegung.

Aber auch in jedem einzelnen Abschnitt der Spirale ist die Schnelligkeit der Vorwärtsbewegung der Bläschen sehr verschieden; in den horizontalen Windungsstücken rollen sie langsam und gleichmässig, eines hinter dem andern weiter. Am aufsteigenden Theil der Windung tritt in Folge der hier rascher nach abwärts fliessenden Nährlösung eine Stauung, die nur allmählich überwunden wird, und eine Unterbrechung der rosenkranzförmigen Bläschenkette ein; ist ersteres geschehen, so wird das mit bedeutend beschleunigter Geschwindigkeit aufwärts steigende Bläschen mit grosser Gewalt an das vorhergehende, in dem nächst höheren horizontalen Windungsabschnitt bereits wieder in langsamerem Fluss befindliche Luftbläschen geschleudert. In Folge dieses Umstandes, der grossen Druckdifferenzen in den verschiedenen Abschnitten der Spirale etc., befinden sich die Bläschen in einer

1) Die Glasbläser Götze in Leipzig und Rapp in München (Damenstiftstrasse Nr. 12) verfertigen Spiralapparate nach meinen Angaben, welche diese Forderung erfüllen. Bei letzterem werden die Aëroskope einer Prüfung in dieser Richtung unterzogen und nur solche abgegeben, welche genügend kleine Blasen werfen. Der Preis eines Apparates beträgt 2 Mark.

beständigen Schüttelbewegung, wodurch die im Innern derselben flottirenden Körperchen in wirbelnder Schwingung an die sie umschliessende Flüssigkeit geschleudert, benetzt und ausgewaschen resp. zurückgehalten werden.

Die Luftbläschen sammeln sich schliesslich auf der thalergrossen Oberfläche der noch ein Drittel der oberen Kugel ausfüllenden Flüssigkeit, als kleinblasiger, ein- bis zweischichtiger Schaum, noch minutenlang persistirend, um dann erst allmählich zu platzen. Sollten die Luftbläschen auf ihrem langen Weg durch die Spirale nicht alle suspendirten Körperchen verloren haben, so wäre den noch restirenden auch hier noch Zeit gegeben, sich auf der Oberfläche der Nährlösung abzulagern. Anfangs hegte ich die Befürchtung, dass durch das Platzen der auf der Oberfläche der Nährlösung gebildeten Bläschen Pilzkeime mit der ausströmenden Luft den Apparat verlassen könnten.

Dies ist aber, wie die Versuche bewiesen haben, niemals der Fall. Das Platzen der Blasen erfolgt so langsam und ruhig, dass hierdurch ein wirkliches Spritzen nicht eintritt. Nägeli[1]) hat aber gezeigt, dass aus Flüssigkeiten nur dann Pilze herausgelangen, wenn durch irgend eine mechanische Einwirkung Flüssigkeitstheile mit fortgeführt werden. Bei seinem berühmten Versuch mit der doppelten U-Röhre haben sich jedenfalls auch Blasen gebildet. Aber die Luftströme, welche den in der ersten U-Windung befindlichen mit Faulflüssigkeit durchfeuchteten Boden durchsetzten, vermochten niemals Pilzkeime aus diesem in die in der zweiten U-Windung befindliche Nährlösung überzuführen; sie nahm den Geruch der faulenden Flüssigkeit an, blieb aber klar und frei von Pilzentwicklung.

Dieses Resultat wurde durch Wernich[2]) bestätigt, welcher bei verschiedenen Modificationen der Versuchsanordnung eine Infection der sterilisirten Nährlösungen durch Luftströme, welche faulende Flüssigkeiten durchsetzten, nur dann erhielt, wenn ein stärkerer Luftstrom (so dass deutliches Brodeln erfolgte) zur An-

1) C. v. Nägeli: Die niederen Pilze (München 1877) S. 111 etc.

2) Dr. A. Wernich: Die Luft als Trägerin entwicklungsfähiger Keime. Virchow Archiv Bd. 79 (1880) S. 434 etc.

wendung kam. Der Spiralapparat schliesst die Möglichkeit, so starke Luftströme anzuwenden, dass eine derartige Uebertragung durch Spritzen eintritt, geradezu aus.

Der Behauptung Wernich's, dass gewisse Eigenschaften der Nährlösungen dieselben zur Aufnahme von Keimen aus der sie durchströmenden Luft ungeeignet machen, während scheinbar geringfügige Aenderungen, z. B. Zusatz von Alkalien bis zur leicht alkalischen Reaction, das Haften der Keime bewirken, kann ich auf Grund eigener Erfahrungen keine wesentliche Bedeutung beilegen. Es ist anzunehmen, dass nicht etwa das Haften der Keime, sondern die Möglichkeit der Weiterentwicklung von der Reaction der Nährlösung abhängt.

Die mitgetheilten Versuche haben gezeigt, dass die zerstäubten Schimmelsporen in dem schwach sauren Weizeninfus und die zum Experiment benützten Spaltpilze in der neutralen Cohn'schen Nährlösung, in neutralisirten Fleischextractlösungen, Gehirnextract, Eiereiweissdecoct etc. ohne Ausnahme hafteten und sich vermehrten. Ein wesentlicher Unterschied zwischen meinem Apparat und den von Cohn, Miflet und Miquel benutzten Aëroskopen besteht in der Menge der durch die Nährlösungen aspirirten Luft. Die Quantität ist bei dem Spiralapparat eine begrenzte. Aspirirt man die Luft in Bläschen von 1 bis 1½ mm Durchmesser durch die Flüssigkeit, dann werden alle suspendirten Körperchen, auch wenn die Luft von solchen möglichst erfüllt ist, noch zurückgehalten, aber die Menge der hierbei geförderten Luft beträgt nur ca. 1 Liter pro Stunde oder 24 bis 30 Liter pro Tag.

Trotzdem die Menge der auf ihren Gehalt an entwicklungsfähigen Pilzen zu untersuchenden Luft bei Anwendung des Spiralapparates die erwähnte Grenze nicht überschreiten darf und immer nur relativ kleine Luftmengen zum Experiment verwendet werden können, so ist der Erfolg doch viel sicherer, das Ergebniss viel besser zu verwerthen, als die mit den bisherigen unvollkommenen Apparaten erzielten Resultate. Da durch die letzteren nicht alle Pilze aus der Luft zurückgehalten werden, so muss man, um überhaupt ein Resultat zu erhalten, eine sehr grosse Menge Luft

durchleiten. Während Cohn und Miflet bei ihren Versuchen 150 Liter Luft pro Stunde durch die Nährlösung leiteten, genügt es bei Anwendung des Spiralapparates, einen Liter Luft in derselben Zeit zu aspiriren, um nicht nur das gleiche, sondern ein viel exacteres Resultat zu erhalten.

Die Zahl der in der freien Luft befindlichen Pilzkeime sinkt selten unter 10 pro Liter, woraus hervorgeht, dass man bei Benutzung des Spiralapparates noch ein Resultat erhält, wenn auch nur 1 Liter Luft aspirirt worden war.

Den sehr beachtenswerthen Forderungen Buchner's[1]), die Bestimmung der entwicklungsfähigen atmosphärischen Keime betreffend, kann bei Benutzung des Spiralapparates vollkommen entsprochen werden.

Nach Buchner soll man zur Aufsammlung der in der Luft befindlichen Pilze so geringe Luftquantitäten aspiriren, dass man es schliesslich nur mit einem einzigen Pilz zu thun hat. Dieser eine wird sich in der Nährlösung, da er keine Concurrenz von Seite anderer Pilzformen zu bestehen hat, ungehemmt vermehren und die ihm etwa eigenthümlichen chemischen Wirkungen entfalten. Sind dagegen die Pilze aus einer grossen Luftquantität gesammelt worden, so erhält man nach Buchner kein richtiges Urtheil über den Pilzgehalt einer Luft, weil ein einziger Pilz, der in der betreffenden Nährlösung besser gedeiht als die anderen, diesen in der Vermehrung vorauseilt und in der Cultur dann bei Weitem an Zahl überwiegen kann, während er der Luft vielleicht nur zufällig und nur in einem einzigen oder einigen wenigen Exemplaren zugemischt war.

Buchner erreicht seinen Zweck dadurch, dass er ein geringes Luftvolumen von nur 100 ^{ccm} durch einen in einer kleinen Glasröhre befindlichen Baumwollpfropf aspirirt. Aber schon das Herausnehmen der Baumwollpfropfen aus der Röhre, um dieselben in sterilisirte Nährlösungen zu werfen, schliesst, wenn man erwägt, dass an und für sich nur 100 ^{ccm} Luft zum Versuch verwendet wurden, eine bedenkliche Fehlerquelle ein und es lassen sich noch

1) Dr. H. Buchner: Ueber die Bedingungen des Uebergangs von Pilzen in die Luft etc. Aerztliches Intelligenzblatt 1880 S. 560.

so mancherlei Bedenken gegen diese alte Pasteur'sche Methode anführen, dass ich von vornherein darauf verzichtete, mit derselben zu arbeiten.

Buchner hat übrigens früher schon ein anderes, meines Wissens von Nägeli erdachtes Verfahren angegeben, durch welches man ebenfalls den wirklichen Pilzgehalt der Luft ermitteln kann.

Handelt es sich um die Bestimmung der Zahl von entwicklungsfähigen Pilzkeimen, welche in einer bestimmten (grösseren oder kleineren) Luftmenge gesammelt wurden, so verdünnt man die im Spiralapparat befindlichen 20 ccm Nährlösung sofort nach Ausführung des Versuches, ehe eine Entwicklung resp. Vermehrung stattgefunden hat, soweit, dass in einer bestimmten Menge z. B. in $^1/_{10}$ ccm der verdünnten Lösung nur mehr etwa 1 Pilz vorhanden ist, also beispielsweise auf 1 Liter.

100 Proben von je $^1/_{10}$ ccm dieser verdünnten Flüssigkeit werden nun in 100 Proben pilzfreier Nährlösung ausgesäet. Angenommen, es würden sich alsdann nur in 50 Proben Pilze entwickeln, während die anderen 50 klar bleiben, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass in je $^1/_{10}$ ccm noch 1 Pilz vorhanden war:

$$w = \frac{G}{M} = \frac{50}{100} = 0,5$$

d. h. in jeder Probe von je $^1/_{10}$ ccm sind 0,5 Pilze, in den überhaupt möglichen Proben $(10000 \times {}^1/_{10}\text{ ccm}) = 1 : 0,5 = 10000 : x$, also $x = 5000$ Pilze oder entwicklungsfähige Keime waren in der ursprünglichen Nährlösung von 20 ccm enthalten, nachdem ein bestimmtes Volumen durchgesaugter Luft ihre sämmtlichen Pilzkeime darin zurückgelassen hatte.

Am zweckmässigsten wendet man die in Montsouris durch zahlreiche Versuche erprobte Zählmethode an. Durch 50, mit Nährlösung gefüllte und sterilisirte Spiralapparate, wird gleichzeitig und an demselben Ort, je 1 Liter Luft geleitet. Werden nun beispielsweise die Nährlösungen von 15 Spiralapparaten getrübt, während die anderen 35 vollkommen klar und pilzfrei bleiben, so ergibt sich durch einfache Rechnung, dass 300 entwickelungsfähige Pilzkeime in 1 cbm der untersuchten Luft enthalten waren.

In einer Nährlösung, in welcher die Entwicklung und Vermehrung der Pilze bereits begonnen hat, Zählungen anzustellen, ist aus naheliegenden Gründen ganz werthlos, und doch haben sich Manche verleiten lassen, diesen Abweg zu betreten.

Ausser zur Bestimmung von Zahl und Form der entwicklungsfähigen atmosphärischen Pilzkeime, kann der Spiralapparat auch noch zu zahlreichen anderen Versuchen über die Biologie der Mikroorganismen Verwendung finden, so z. B. wenn es sich darum handelt, festzustellen, welche Nährlösungen für die Entwicklung gewisser Pilze geeigneter sind, also zu Versuchen jenen ähnlich, welche Miquel über die Alterabilität und Putrescibilität der gebräuchlichen Nährlösungen angestellt hat.

Der Spiralapparat gestattet auch einen festen Nährboden z. B. Gelatine anzuwenden; derselbe würde viel an Werth verlieren, wenn er die Benutzung eines festen Nährmediums, speciell der Gelatine, dieses wichtigen Förderungsmittels der epidemiologischen Forschung, welches wir Koch verdanken, nicht gestatten würde. Freilich ist es dann nothwendig, die Gelatine durch die Einwirkung einer Temperatur von 32° C. während des Versuches flüssig zu erhalten. Man wird nach dem Versuch die Gelatine in die obere oder untere Kugel saugen, dieselbe dort erstarren lassen und nach der Entwicklung der Pilze ein Stück Glas aus der Kugel herausschneiden, um die Pilzrasen bequem untersuchen zu können. Die Kugel kann leicht durch Anblasen einer neuen ersetzt werden. Ausser zu den ebenerwähnten Zwecken kann der Spiralapparat auch zur Absorption von Gasen, insbesondere bei der Luftanalyse, z. B. zur Bestimmung des Ammoniaks, zur Bestimmung des zur Oxydation der organischen Stoffe nöthigen Sauerstoffs mittels Chamäleon, Verwendung finden.

Ob derselbe, bei der Elementaranalyse als Absorptionsapparat verwendet, den bisherigen Apparaten vorzuziehen ist, möchte ich sehr bezweifeln [1]).

---

1) In dem 3. Hefte der Zeitschrift für analytische Chemie (Zeitschrift für analytische Chemie 21. Jahrgang [1882] S. 546) befindet sich eine von C. Winkler verfasste Beschreibung des von mir construirten Aëroskopes. Ich trete dafür ein, dass ich meinen Apparat, ohne von einem Anderen irgendwie Nutzen

Der Apparat functionirt ganz anders, wenn er mit Wasser, verdünnter Schwefelsäure, Kalilauge u. dgl. anstatt der Nährlösung beschickt wird. Im ersteren Falle ist es gar nicht möglich, genügend kleine und isolirt bleibende Bläschen zu erhalten; ein Umstand, welcher die Leistung des Apparates sehr beeinträchtigen muss. Man ist überhaupt nur durch Einschalten eines Hartgummi- oder Glashahns zwischen Aspirator und Apparat im Stande, den durch denselben gehenden Luftstrom so zu reguliren, dass hinreichend kleine Blasen gebildet werden. Aus diesen Gründen ist es auch jedem, der sich von der Leistung des Apparates, von der Art des Durchtrittes der Bläschen etc. überzeugen will, anzurathen, denselben von vornherein mit Nährlösung zu füllen und zwar mit sterilisirter.

Zahlreiche Nährlösungen haben im frischen, ungekochten Zustand die Eigenschaft, stark zu schäumen; in Folge dessen füllt sich die obere Kugel zum Theil oder im Verlaufe der Zeit auch ganz mit schwerer platzenden Schaumblasen an, wodurch der das Endrohr ausfüllende Wattepfropf, welcher die Nährlösung vor Verunreinigung resp. Infection vom Aspirator her schützen soll, mit Flüssigkeitstheilchen befeuchtet und unter Umständen so durchnässt werden kann, dass sein Zweck illusorisch wird. Die meisten, ja fast alle Nährlösungen verlieren durch mehrstündiges Kochen im Dampfkochtopf die Eigenschaft zu schäumen vollständig, bei einigen wenigen, z. B. bei solchen, welche 1 bis 2 Procent Pepton enthalten, tritt diese Wirkung gar nicht oder nur theilweise ein. Für solche Fälle wurde ein Apparat verwendet, welcher zwei übereinander liegende Endkugeln hat, die nur durch eine Capillarcanüle

gezogen zu haben, auf Grund eigener Ueberlegungen und Versuche construirt habe und die verschiedenen Vorstufen desselben, welche dessen natürliche Entstehung charakterisiren, bei der Firma Götze, viele Monate, bevor Winkler seinen Apparat dort bezog, in zahlreichen Exemplaren fertigen liess. Die Thatsachen, insbesondere die obige Schilderung meiner Versuche, welche schon im Jahre 1881 angestellt wurden und welche die Gedanken und Schritt für Schritt den Weg bezeichnen, der mich zur Construction des Spiralaëroskopes geführt hat, sprechen genügend für mein Prioritätsrecht. Meine Abwesenheit von Deutschland und meine Reise nach Lissabon, wohin ich durch v. Pettenkofer's Vermittlung auf 6 Monate behufs Einrichtung eines hygienischen Institutes berufen wurde, verhinderten mich, die Beschreibung meines Apparates früher zu veröffentlichen.

in Verbindung stehen. Während sonst eine jede Schaumblase, welche nicht früher zum Platzen kommt, in ihrer ganzen Grösse in das freie Endrohr aufsteigt, gelangt bei letzterer Anordnung immer nur ein sehr kleiner, der Mündung der Capillarcanüle entsprechender Theil der kugeligen Oberfläche von diesen Blasen in die zweite Kugel, aus welcher die emporgetragenen Flüssigkeitstheilchen wieder in die erste zurückfliessen.

Beim Reinigen der Apparate sowohl als beim Versuch selber kommt es nur äusserst selten vor, dass sich die Capillarcanüle verstopft, was übrigens leicht dadurch zu beseitigen ist, dass man den Apparat mit einer Wasserstrahl-Luftpumpe oder irgend einem stark wirkenden Aspirator in Verbindung bringt.

Um die Apparate zu sterilisiren, kann man entweder so verfahren, dass man die Nährlösung und den Apparat gesondert während mehrerer Stunden im Dampfkochtopf kocht und dann erst die Nährlösung im Freien in den Apparat einfüllt, diesen mittels in das Anfangs- und Endrohr eingeführter Wattepfröpfe und darüber gestülpter Gummikappen verschliesst, um das Ganze nochmals eine Stunde lang im Dampfkochtopf zu erhitzen.

Rascher gelangt man zum Ziel, wenn man den Apparat mittels concentrirter Säure und destillirtem Wasser reinigt, die bereits sterilisirte Nährlösung einfüllt, mit Wattepfröpfchen und Gummihütchen verschliesst und ca. 2 Stunden im Dampfkochtopf erhitzt. Alsdann bewahrt man die Apparate, um ganz sicher zu sein, dass dieselben sammt Inhalt gut sterilisirt sind, im Brutofen bei 30° C. zum Gebrauche auf.

Es ist sehr rathsam, den Dampfkochtopf nach dem Auslöschen der denselben heizenden Flamme zu öffnen, den Apparat herauszunehmen und eine der beiden Gummikappen, welche oft fest an der Glasrohrwandung ankleben und dadurch einen luftdichten Verschluss bilden, herunterzunehmen oder mit der Scheere durchzuschneiden; alsdann kann die Luft durch den Wattepfropf in den im Apparat beim Abkühlen entstehenden luftverdünnten Raum eindringen.

Macht man von dieser Vorsichtsmaassregel Gebrauch, dann geschieht es selten, dass ein Apparat während des Sterilisirens

zu Grunde geht; unterlässt man sie, so kann es vorkommen, dass derselbe durch den atmosphärischen Druck zertrümmert wird.

Ich schliesse die Schilderung des vorgeschlagenen Aëroskopes und seiner Function mit dem besonderen Danke, welchen ich Herrn Prof. Dr. F. Hofmann zu erstatten habe, in dessen Laboratorium zu Leipzig ich die vorliegenden Untersuchungen ausgeführt habe.

Die nächsten Fortschritte der aëroskopischen Methode sind, wie auch Wernich [1]) und Miquel hervorheben, von den Studien zu erwarten, welche auf die für die Entwicklung der Staubkeime geeignetste Composition der auffangenden Flüssigkeiten gerichtet sind. Die Fingerzeige, welche Miquel in dieser Richtung gibt, sind beachtenswerth.

Er weist darauf hin, welche Vorzüge die nach der Pasteurschen Methode durch eine Gyps-Asbest-Mischung filtrirten, kalt sterilisirten Flüssigkeiten besitzen, wenn es gilt die Vitalität der sozusagen in einem latenten Lebenszustand befindlichen (vertrockneten) atmosphärischen Pilzkeime wieder zu erwecken.

Alle Arten von Schizomyceten entwickeln sich leichter, kräftiger, rascher und daher zahlreicher in den kalt sterilisirten animalischen und vegetabilischen Flüssigkeiten (ausgepresster Fleisch-, Kohlsaft etc.), als in den durch Kochen von Pilzen befreiten Nährlösungen, weshalb man annehmen muss, dass durch die Hitze ein der Bacterien-Entwicklung sehr günstiges Princip in diesen Flüssigkeiten zerstört wird.

In Gegenden, in welchen der Milzbrand endemisch und epidemisch ist, müsse es, meint Miquel, mit Geduld und Ausdauer bei Anwendung geeigneter Nährflüssigkeiten gelingen, die Milzbrandpilze aus der Luft zu sammeln.

Um dieses Ziel zu erreichen, dürfte man jedoch nicht ohne Unterschied alle Flüssigkeiten verwenden, bei denen die Cultur des bacillus anthracis mit Erfolg versucht wurde.

»Man würde Urin anwenden oder Bouillon, denn die Verjüngung eines Keimes, der schon lange von dem Herd, der ihn erzeugt hat, entfernt ist, verlangt einen besonders geeigneten Boden,

---

1) Wernich a. a. O. Virchow Archiv (1879) S. 433.

der eher fähig ist, die beinahe erloschene Vitalität des Keimes wieder zu beleben, als in hohem Grade die Vermehrung des entwickelten Keimes zu begünstigen.«

Diese Behauptung ist allerdings nicht ein blosser Gedanke des Autors, sie beruht auf einer grossen Zahl von Thatsachen, welche sich aus seiner täglichen Praxis, die bekanntlich in der tagtäglichen Untersuchung der Luft besteht, ergeben.

Leitet man durch 100 Proben von mit Natron neutralisirter Fleischextractlösung und durch die gleiche Zahl gleich grosser Mengen von in der Kälte sterilisirtem (d. h. durch Gyps filtrirtem) Kohlsaft gleiche Volumina Luft zur gleichen Zeit und an der gleichen Stelle hindurch, so werden sich in etwa 12 Kohlsaftproben Bacterien entwickeln, während nur etwa eine Fleischextractlösung inficirt wird. Aber nicht nur, dass die Zahl der inficirten Proben von Fleischextractlösung geringer ist als jene der Kohlsaftproben, — so oft auch solche Untersuchungsreihen durchgeführt werden, — im Kohlsaft werden immer zugleich auch viel mehr Bacterien verschiedener Art gefunden. Besonders eine sehr dünne (zarte) Bacterienform, welche dem Kohlsaft einen widerlichen Geruch nach Schwefelkohlenstoff verlieh, findet sich in der Fleischextractlösung niemals. Da vorausgesetzt ist, dass die Luft im gleichen Augenblick am gleichen Ort entnommen wurde, so ist es klar, dass die in die Fleischextractlösungen eingeführten Bacterienkeime fast alle darin zu Grunde gingen, weil sie darin kein fertilisirendes Mittel gefunden haben, welches sie zum Wachsthum hätte bringen können.

Wird nun aber eine Anzahl von Proben der nämlichen sterilisirten Fleischextractlösung mittels eines ausgeglühten Platindrahtes mit je einem Tropfen des durch Pilze getrübten Kohlsaftes inficirt, so entwickeln sich nun die charakteristischen Bacterien des Kohlsaftes in den Fleischextractlösungen, letztere trüben sich, werden schlammig und der Sitz einer Pilzproliferation, welche jene elenden zuerst im vegetabilischen Saft erhaltenen Culturen in Schatten stellt.

In diesem Falle war also der Kohlsaft sehr geeignet, um den Mikroben in der Luft nachzuweisen, während sich die Fleischextract-

lösung günstiger zeigte, den entwickelten vermehrungstüchtigen Pilz oder seine jüngst erzeugten Sporen zur Vermehrung zu bringen. Gesetzt nun, es würde sich darum handeln, den Pilz der ammoniakalischen Harngärung in der Luft aufzusuchen, so wäre es naheliegend, den Urin selbst anzuwenden, welcher ja der Action dieser Organismen unterliegt.

Nimmt man jedoch anstatt des Urins eine der ausserordentlich empfindlichen kalt sterilisirten Flüssigkeiten und setzt man derselben ein wenig reinen Harnstoff zu, so findet man, dass das Ferment der ammoniakalischen Harngärung viel verbreiteter unter uns ist, als es der Urin anzuzeigen pflegt. Mit einem Wort: wenn auch die Cultur verschiedener Mikroben in bei hoher Temperatur sterilisirten Fleischextractlösungen leicht gelingt, so zeigt doch die Erfahrung, dass die Decocte von Fleisch lange nicht die Empfindlichkeit und Nutrivität besitzen, welche die Verjüngung der grössten Zahl in der Luft schwebender Pilzkeime verlangt.

Mit den bisherigen Methoden war es nicht möglich, pathogene Organismen in der Luft nachzuweisen. Auch bei den von Fodor[1]) vorgenommenen Thierinfectionsversuchen, bei welchen er aus der Luft in Ichthyocolla gezüchtete Bacterien impfte oder injicirte, erwiesen sich nur zwei Formen als pathogen (Microbacterium agile und Desmobacterien) und auch durch diese konnten nur septische Infectionen erzielt werden. Diese Misserfolge beruhen wesentlich auf dem Umstande, dass die Nährlösungen bei Luftuntersuchungen meistens auschliesslich durch die gewöhnlichen Fäulnissbacterien beherrscht werden.

Es ist mir zwar gelungen, diese zu Gunsten anderer Mikroorganismen auszuschliessen, ob aber durch die angewandte Methode nicht auch zugleich pathogene Organismen vernichtet werden, war bis jetzt nicht zu entscheiden.

Diese Versuche fortzusetzen, ist von grösstem Werth und wenn dies von vielen Seiten geschieht, so steht zu erwarten, dass man auch diejenigen Mikroorganismen der Infectionskrankheiten findet, welche durch die Luft übertragen werden.

---

1) Dr. J. Fodor: Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser (Braunschweig 1881) S. 119 etc.

So sehr man es Linné verübelt hat, dass er die »ansteckenden und hitzigen Fieberstoffe, die spermatischen und syphilitischen Stoffe« zusammen mit den »Räderthieren, Infusorien, den Schimmel- und Pilzsamen und Fäulnissstoffen« zu einem Thier-Genus Chaos aethereum vereinigte, — heute möchten wir seine Vorstellung, dass es eine Welt des unsichtbaren kleinsten Lebens gebe, welche die epidemischen und ansteckenden Krankheiten verschiedenster Art veranlasse, als eine Vorahnung einer bald erforschten Wirklichkeit bezeichnen; seine aus dem Aether herabfallende höllische Furia (furia infernalis) der schwedischen und sibirischen Brandblatter, sammt seinem Chaos aethereum, waren zwar, wie Ehrenberg sagt, nur Bilder einer bewegten Phantasie, ohne Realität, aber die fortschreitende Forschung wird an ihre Stelle reale Formen setzen: die pathogenen Mikroorganismen der ectogenen Infectionskrankheiten.

Experimentelle Untersuchungen über die Verbreitung des Leuchtgases und des Kohlenoxyds im Erdboden.

Von

Dr. D. Welitschkowsky.

(Aus dem hygienischen Institute München.)

Mit der wachsenden Entwicklung des städtischen Lebens, hauptsächlich in der letzten Zeit, nimmt der Gebrauch des Leuchtgases immer grössere Dimensionen an und die Beleuchtung durch Gas beschränkt sich jetzt nicht mehr auf stark bevölkerte und industrielle Plätze, sondern dringt nach und nach auch in alle Städte zweiten Ranges ein. In Folge dessen bekommt das Leuchtgas die Bedeutung eines wichtigen hygienischen Factors, der einen unzweifelhaften Einfluss auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der städtischen Bevölkerung hat.

Die Gefährlichkeit des Leuchtgases beschränkt sich nicht allein auf die vereinzelten Unglücksfälle von plötzlichen Explosionen u. dgl., gegen welche sich die Vorsorge und die Maassregeln der Techniker hauptsächlich richten, sondern seine Gefährlichkeit zeigt sich ausserdem auch darin, dass es in Folge seiner giftigen Eigenschaften auch Ursache sowohl von acuten als von chronischen Vergiftungen von Menschen und Thieren werden kann. Seine giftigen Eigenschaften verdankt das Leuchtgas, wie es schon Orfila nachgewiesen hat, hauptsächlich der Anwesenheit eines seiner constanten Bestandtheile, des Kohlenoxyds. Die späteren Untersuchungen Freitag's[1]) haben gezeigt, dass Thiere ohne

1) Muspratt's Encyclopädisches Handbuch der technischen Chemie Bd. 4 (1877) S. 623.

Nachtheil die Hauptbestandtheile des Leuchtgases — Wasserstoff und Sumpfgas — einathmen können, wenn sie nur in dem erforderlichen Maasse mit Sauerstoff gemischt sind; während das Einathmen einer Luft, der eine unbedeutende Menge der anderen Bestandtheile des Leuchtgases und zwar des CO, der schweren Kohlenwasserstoffgase und der Theerdämpfe beigegeben ist, Schwindel und Betäubung hervorbringt. Indem das Leuchtgas bei zufälliger Beschädigung der Gasrohre durch den Boden in die Wohnungen eindringt, erscheint es darin sehr oft ohne den ihm eigenen charakteristischen, unangenehmen Geruch, so dass die Einwohner keine Ahnung von seiner Anwesenheit haben können, weshalb es sich als ein sehr heimtückischer und folglich auch als ausserordentlich gefährlicher Feind der Menschen erweist. Deshalb kommen bisweilen Fälle der Vergiftung durch Leuchtgas auch in solchen Häusern vor, wo keine Gasbeleuchtung vorhanden ist, in denen von unvorsichtiger Behandlung der Hähne der Gasbrenner, oder von sonstigen Veranlassungen zum Ausströmen von unverbranntem Leuchtgase als mögliche Ursache der Vergiftung gar keine Rede sein kann. Als Quelle des Leuchtgases in solchen Häusern haben sich immer irgendwelche Beschädigungen an der Gasleitung oder das zufällige Bersten einer Gasröhre in irgend einer anliegenden Strasse herausgestellt, manchesmal in einer mehr oder weniger grossen Entfernung vom Orte der Katastrophe.

In der medicinischen Literatur des letzten Decenniums sind eine Anzahl von Fällen angeführt, in denen Menschen unverhofft durch Leuchtgas vergiftet wurden, nicht selten mit tödtlichem Ausgange, was zu gerichtlich-medicinischen Untersuchungen Veranlassung gab.

Ich werde hier einige der hervorragendsten und aufs genaueste untersuchten Thatsachen in Kürze erwähnen. So berichtet Pettenkofer in seinen populären Vorträgen, die er in Dresden gehalten hat[1]), über zwei Fälle, in welchen das Leuchtgas im Winter in Häuser eingedrungen war, welche keine Gasleitung hatten. In einem dieser Fälle, welcher sich in München zugetragen hat,

1) Dr. Max v. Pettenkofer, Populäre Vorträge. Erstes Heft (1877) S. 89—92.

wurde das Erscheinen des Leuchtgases noch rechtzeitig an seinem Geruch bemerkt, und hatte dieser Vorfall keine schädlichen Folgen gehabt; im zweiten aber, der in Augsburg vorgekommen ist, hatte es die ausgesprochenen Symptome einer acuten Vergiftung hervorgerufen, obwohl man im Zimmer, wohin das Leuchtgas eingedrungen war, keinen auffallenden Gasgeruch bemerkte, weshalb auch weder die Erkrankten selbst, noch der sie behandelnde Arzt die wirkliche Ursache der plötzlichen Erkrankung ahnten. Dass auch dieser Fall keine weiteren schlimmen Folgen hatte, war nur dem Umstande zu verdanken, dass die Erkrankten noch zur rechten Zeit ihre Wohnung verliessen.

Dr. Cobelli[1]) beschrieb einen ausserordentlich interessanten und lehrreichen Fall der Vergiftung durch Leuchtgas, welcher im Januar 1875 in Roveredo in der Parterrewohnung eines Hauses, das keine Gasleitung hatte, vorgekommen ist. Das Opfer dieses Unfalles waren drei Personen, eine Mutter und zwei Töchter, welche in einem und demselben Zimmer schliefen, in dem sich ausser ihnen auch ein kleines Hündchen und ein Vogel befanden. Ungefähr drei Tage lang vor dem Ereignisse wachten die beiden Töchter, die zuerst allein in diesem Zimmer schliefen, jedesmal mit Kopfweh und mit dem Gefühle eines allgemeinen Unwohlseins am Morgen auf; sie erholten sich aber gewöhnlich, kurz nachdem sie die Wohnung verliessen. Da die Mutter voraussetzte, dass die Ursache des Kopfwehes das übermässige Heizen des eisernen Zimmerofens war, verbot sie ihren Töchtern am 4. Tag den Ofen zu heizen und legte sich auch selbst zu ihnen ins Zimmer schlafen. In dieser Nacht trat im Freien grosse Frostkälte ein, und am andern Tag fand man alle drei Personen ohnmächtig in ihren Betten, wobei man im Zimmer deutlichen Geruch des Leuchtgases bemerken konnte. Die beiden Töchter zeigten, trotz allen angewendeten Belebungsversuchen keine Lebensspur mehr; die Mutter wurde zwar noch zur Besinnung gebracht, verschied aber ebenfalls acht Tage später, nachdem sie ins Krankenhaus verbracht worden war. Da in dem Zimmer, wo dieser

1) Cobelli, Vergiftung der Familie Caimi durch Leuchtgas. Ztschr. f. Biol. Bd. 12 (1876) S. 420—433.

Unglücksfall vorgekommen war, Thüre und Fenster sofort geöffnet wurden, wurde die zur Analyse nöthige Luft aus dem Keller dieses Hauses entnommen, der unmittelbar unter dem Zimmer lag; und die vom Chemiker Tessori angestellte Analyse constatirte die unzweifelhafte Anwesenheit von Leuchtgas in einer Menge von ungefähr 9,5 %. Bei der folgenden Nachforschung ergab es sich, dass die Gasleitungsröhre der benachbarten Strasse, die in einer Tiefe von 0,8 ^{m} unter dem Strassenniveau lag, gesprungen war. Der vom Leuchtgase zurückgelegte Weg — von dem Sprunge im Gasleitungsrohre bis zum Zimmer, in welches es eindrang — betrug ungefähr 10,5 ^{m}.

Ferner bringt Dr. Jacobs[1]) einen ähnlichen Fall aus Köln zur Kenntniss, wo das Leuchtgas in das untere Stockwerk eines Hauses eingedrungen war, obgleich es in einer Entfernung von 50 Schritt (ungefähr 30—35 ^{m}) von der Beschädigungsstelle in der Gasleitungsröhre lag; auch hier verursachte das Leuchtgas den Tod einer ganzen Familie, bestehend aus einem Vater, einer Mutter und einem minderjährigen Töchterchen.

Die Professoren Biefel und Poleck[2]) berichten ebenfalls über einige Fälle, in denen das Leuchtgas durch den Boden in die Wohnungen eingedrungen war. Einer derselben, der am meisten erwähnt zu werden verdient, kam im Winter 1879 im Convicte zu Breslau vor und führte den Tod eines Castellans herbei. Der Tod des Castellans hat anfangs kein besonderes Aufsehen gemacht, da derselbe schon ein älterer Mann war und seit einigen Tagen über Kopfschmerzen und über eine allgemeine Unpässlichkeit sich beklagt hatte. In der seinem Tode folgenden Nacht begaben sich zwei seiner Söhne in dasselbe Zimmer, worin er starb, um dort zu übernachten. Am anderen Morgen wurden auch sie in bewusstlosem Zustande darin vorgefunden, wobei man im Zimmer den Geruch des Leuchtgases wahrnahm. Dank der vorgenommenen Belebungsversuche wurden beide wieder hergestellt. Es zeigte sich nachher, dass das Gasleitungsrohr der anstossenden Strasse,

1) Berliner klinische Wochenschrift (1874) S. 322.

2) Dr. Biefel und Dr. Poleck, Ueber Kohlendunst- und Leuchtgas-Vergiftung. Ztschr. f. Biol. Bd. 16 (1880) S. 314—315.

in einer Entfernung von 10¾ m in gerader Luftlinie, einen Riss bekommen hatte, aus welchem das Leuchtgas ausströmte. Ein zweiter, von Biefel und Poleck beschriebener Fall, der sich ebenfalls in Breslau im Jahre 1880 zugetragen, hatte zwar keine unglücklichen Folgen, ist aber wegen der bedeutenden Entfernung des Erscheinungsplatzes des Leuchtgases von dem Sprunge im Gasleitungsrohre bemerkenswerth, sowie deshalb, weil das aus dem Boden ausströmende Leuchtgas seinen scharfen charakteristischen Geruch verloren hatte und beim Anzünden nur mit schwacher bläulicher Flamme brannte, so dass der zur Stelle gerufene Techniker der Gasfabrik dasselbe nicht als Leuchtgas, sondern als etwas übelriechende, brennbare Kanalgase aus einer nebenanliegenden unterirdischen Cloake bezeichnete. Nach einigen Tagen jedoch konnte man an derselben Stelle den unzweifelhaften Geruch des Leuchtgases wahrnehmen, das jetzt beim Entzünden mit heller Flamme leuchtete. Die Undichtheit der Gasleitung wurde zuletzt in einer Entfernung von 35 m vom Erscheinungsorte des Leuchtgases gefunden. — Aehnliche Fälle sind wohl in allen mit Gas beleuchteten Orten beobachtet worden.

Als hervorragende Eigenheit aller dieser Fälle stellt sich der Umstand heraus, dass sie erstens fast alle im Winter bei einer mehr oder weniger bedeutenden Temperaturdifferenz zwischen der äusseren Luft und der Luft der bewohnten Localitäten stattfanden und zweitens, dass das Leuchtgas bei seinem ersten Ausströmen den charakteristischen Geruch entweder verloren hatte oder nur in sehr geringem Maasse erkennen liess.

Was das letztere betrifft, nämlich die Abwesenheit des Geruches, so wird dieser Umstand durch die Fähigkeit des Erdbodens, die riechenden Bestandtheile des Leuchtgases zu absorbiren und zurückzubehalten, erklärt, und zwar die sogenannten schweren Kohlenwasserstoffe, welche den Allen bekannten Geruch des Leuchtgases bedingen. Von Biefel und Poleck[1]) wurde durch directe Versuche erwiesen, in welchem Umfange die riechenden Stoffe des Leuchtgases vom Erdboden absorbirt werden. Sie liessen

1) Biefel und Poleck, Ztschr. f. Biol. Bd. 16 (1880) S. 312—313.

Leuchtgas durch eine 2,55^{m} lange eiserne Röhre von 5^{cm} im Durchmesser, die mit Erde von sandiger und humöser Beschaffenheit gefüllt war, strömen, wobei das Gas bei seinem Austritte aus der Röhre den ihm eigenen unangenehmen Geruch gänzlich verloren hatte.

Die quantitative Analyse der Bestandtheile des Leuchtgases vor seiner Durchleitung durch die gefüllte Röhre und nach derselben ergab folgende Aenderung in seiner Zusammensetzung:

Bestandtheile des Leuchtgases	Zusammensetzung des Leuchtgases in Vol.-Proc.	
	vor seiner Durchleitung durch die Erde	nach seiner Durchleitung durch die Erde
Kohlensäure	3,06	2,23
Schwere Kohlenwasserstoffe .	4,66	0,69
Sumpfgas	31,24	17,76
Wasserstoff	49,44	47,13
Kohlenoxyd	10,52	13,93
Sauerstoff	0,00	6,55
Stickstoff	1,08	11,71
Im Ganzen	100,00	100,00

Ausserdem fanden sie auf experimentellem Wege auch, dass die absorbirende Eigenschaft des Erdbodens seine bestimmten Grenzen habe, und dass nach einem gewissen Grade der Sättigung wieder der Gasgeruch auftritt.

Der Grund, weshalb fast alle Vergiftungsfälle durch Leuchtgas im Winter vorkommen, erklärt sich nach Angabe der Gastechniker [1]) zum Theil daraus, dass unter dem Einflusse der Kälte des Winters die Gasleitungsröhren mehr Beschädigungen ausgesetzt sind als im Sommer. Einen weiteren zutreffenden Grund dieser Erscheinung gibt Pettenkofer [2]) in dem Hinweise auf den Umstand an, dass die bewohnten geheizten Räume im Winter eine ansaugende Wirkung auf die nächstgelegene äussere Grund-

1) Dr. Schilling, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung (München 1879) S. 180.

2) Max v. Pettenkofer, Populäre Vorträge, 1. Heft (1877) S. 90.

luft ausüben, d. h. einen immerwährenden mehr oder weniger starken Zuzug der äusseren kalten Bodenluft bedingen.

Auf den Vorschlag des Herrn Prof. v. Pettenkofer habe ich eine Reihe experimenteller Untersuchungen angestellt, um die Frage über die Unterschiede der Verbreitung von Gasen im Boden zur Sommerszeit und zur Winterszeit zu beantworten und die Bedingungen ihrer Verbreitung sowie ihres Eindringens in die Wohnungen aufzuklären. Gleichzeitig hoffte ich, dass die vorzunehmenden Versuche auch die Frage über die Schnelligkeit und die Art und Weise der Bewegung der Bodenluft im Allgemeinen aufklären könnten, wie auch bereits schon von Fodor[1]) auf solche Versuche hingewiesen wurde.

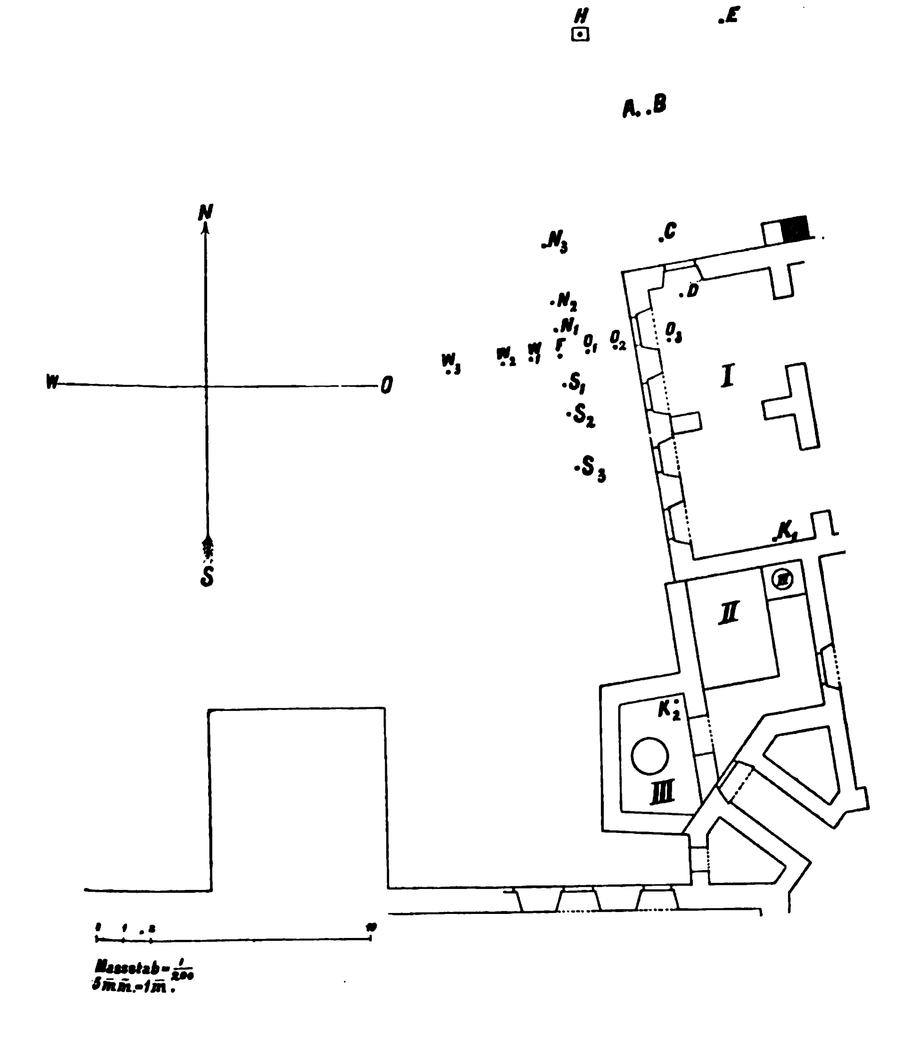
Meine Untersuchungen führte ich im Laufe des Sommersemesters 1882 und des Wintersemesters 1883 im Hofe des hiesigen hygienischen Instituts aus. In dem Erdboden desselben wie auch in den Kellerräumen des Hauses war bereits zum Zwecke früherer Grundluftuntersuchungen von Dr. Bentzen eine Anzahl eiserner Röhren von ca. 2^{cm} Durchmesser eingesenkt. Ihre Vertheilung wie auch ihre Tiefe unter der Bodenoberfläche gibt der auf S. 217 folgende Plan mit den Buchstaben *A*, *B*, *C*, *E*, *F* und *H*.

Die Versuchsanordnung bestand darin, dass von der Gasleitung des Hauses Leuchtgas zunächst durch eine Gasuhr, dann direct zu einer der Bodenröhren geleitet wurde, dass es in deren Tiefe ausströmen konnte. Aus den übrigen Röhren konnte gleichzeitig mit Hilfe von Aspiratoren Luft aufgesaugt werden, so dass man erkennen konnte, an welchen Punkten das Leuchtgas zuerst, an welchen mehr oder weniger ankam.

Als Reagens diente Palladiumchlorür (1^{g} auf 1 Liter Wasser). Mit dieser dunkelgelben Lösung wurde ein Geissler'scher Kugelapparat (ein modificirter Liebig'scher Kaliapparat) gefüllt, welcher zwischen der eisernen Röhre und dem Aspirator eingeschaltet war, und durch welchen die zu untersuchende Bodenluft durchströmen musste, um in den Aspirator zu gelangen. Vor jedem Versuche wurden alle Verbindungsstücke auf ihren luftdichten Verschluss

1) Fodor, Experimentelle Untersuchungen über Boden und Bodengase. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege Bd. 7 (1875) S. 226.

sorgfältigst geprüft. Die Menge des aus dem Aspirator ausfliessenden Wassers und folglich auch die durch den Kugelapparat strömende Bodenluft wurde durch eine auf dem Gummischlauch angebrachte



Schraubenklemme regulirt. Das herausfliessende Wasser wurde tropfenweise abgelassen und so, dass sein Quantum ¾ — 1 Liter per Stunde nicht überstieg. Bei dieser Vorrichtung gab sich jede auch die geringste Beimischung von Leuchtgas zur Bodenluft

durch das Schwarzwerden der Palladiumchlorürlösung und durch das Erscheinen eines schwarzen metallisch glänzenden Häutchens auf der Oberfläche derselben von reducirtem Palladium zu erkennen.

Palladiumchlorür als Reagens für Kohlenoxyd wurde zum erstenmal von Böttcher im Jahre 1859 vorgeschlagen; in neuerer Zeit hat Fodor[1]) diese Methode ausgearbeitet und zur Bestimmung des Kohlenoxyds in der Luft und im Blute von Thieren, die dieses Gas eingeathmet haben, verwendet. Auf Veranlassung des Herrn Prof. v. Pettenkofer benutzte ich die Lösung des Palladiumchlorürs auch zum Nachweise von Leuchtgas, weil nicht nur Kohlenoxyd, sondern auch Wasserstoff und Sumpfgas, welche mehr als 80% des Leuchtgases ausmachen, und ebenso auch die schweren Kohlenwasserstoffe im Leuchtgase Palladiumchlorür reduciren. Ohne Wirkung auf das Palladiumchlorür bleiben nur die unbedeutenden Quantitäten Kohlensäure und Stickstoff, die nicht nur keine wesentlichen Bestandtheile des Leuchtgases bilden, sondern im Gegentheil nur als Verunreinigungen desselben zu betrachten sind.

Vor Anstellung eines jeden Versuches wurden Controlversuche in der Weise ausgeführt, dass aus einigen Bodenröhren Grundluft durch Palladiumchlorür aspirirt wurde, um Gewissheit zu erlangen, dass die Grundluft keine anderweiten Gase enthält, welche Palladiumchlorür zersetzen könnten. — Ausserdem wurde an jedem Versuchstage die mittlere Tagestemperatur der freien Luft und der Kellerluft, die Bodentemperatur in 1,5 und 3 m Tiefe, die Menge der atmosphärischen Niederschläge und die herrschende Windrichtung des Tages bestimmt.

Der **erste Versuch** wurde am 9. Mai um 2½ Uhr nach Mittag ausgeführt. Durch die Röhre *A* (siehe den Plan S. 217), die 1 m tief im Boden steckte, wurden in der Zeit von 4 Stunden und 25 Minuten im Ganzen 769 Liter Leuchtgas in den Boden geleitet. Zu gleicher Zeit wurden die Aspiratoren aufgestellt, vermittelst deren die Bodenluft aus der Röhre *C*, welche 4½ m von *A* entfernt war und 1,85 m tief im Boden steckte, und aus der Röhre *D*, die im Boden des

1) Fodor, Das Kohlenoxyd in seinen Beziehungen zur Gesundheit S. 19 (Separatabdruck aus der Deutschen Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 12 Heft 3.)

Kellers in einer Tiefe von 2,6 m, vom Strassenniveau gerechnet, angebracht und 7 m weit von A entfernt war, ausgesaugt und durch die Palladiumchlorürlösung geleitet. Das Aussaugen der Bodenluft dauerte bei der Röhre C 4 1/2 Stunden lang vom Anfange des Versuches und bei der Röhre D 5 Stunden lang, wobei in beiden Fällen keine Reaction auf Leuchtgas zum Vorschein kam. Am Tage dieses Versuches war die mittlere äussere t^0 = 7,4° C., die t^0 des Kellers = 13,7°, die t^0 des Bodens 1,5 m tief = 8,6°; 3 m tief = 6,7; Windrichtung W, W u. W; atmosphärische Niederschläge = 4,7 mm.

Zweiter Versuch. In das Bodenrohr A wurden vom 10. Mai 10 Uhr 42 Minuten früh bis 11. Mai 6 Uhr 49 Minuten abends, also während 32 Stunden 7 Minuten im Ganzen 6849 Liter Leuchtgas in den Boden geführt. Luftproben wurden aus den Röhren B, C, D und dem naheliegenden Brunnenschachte H aus einer Tiefe von 1 m zeitweise entnommen und wie vorher beschrieben auf Leuchtgas untersucht.

Die erste Reaction auf Leuchtgas gab die Bodenluft aus der Röhre C und zwar 3 1/2 Stunden nach Beginn der Einleitung des Leuchtgases in den Boden; folglich brauchte das Leuchtgas 3 1/2 Stunden, um die Strecke von 4 1/2 m in horizontaler Richtung zurückzulegen. Eine gleich starke Reaction wurde an derselben Röhre auch am 11. Mai beobachtet, am 12., wo kein Leuchtgas mehr in den Boden geleitet wurde, war sie schwächer, am 13. noch schwächer, doch konnte man noch am 15. Mai, also vier volle Tage nach dem Einleiten des Leuchtgases, in dieser Röhre deutliche Spuren von Leuchtgas constatiren. Das in dem Keller befindliche Rohr D liess erst den nächsten Tag (32,5 Stunden nach Beginn des Versuches) die ersten Spuren von Leuchtgas bemerken.

Die Bodenluft aus der Röhre B, die ganz in der Nähe (6—7 cm) von A war, aber um 1 m tiefer als dieselbe im Boden steckte, gab eine sehr starke Reaction, aber erst nach 29 Stunden; am darauffolgenden Tage (den 12. Mai) konnte man nur kleine Spuren von Leuchtgas in der Luft dieser Röhre bemerken, während am 13. die Bodenluft derselben Stelle wiederum sehr stark reagirte (was eine sehr starke Beimischung von Leuchtgas zu derselben anzeigte), am 15. endlich gab die Luft aus derselben Röhre wiederum nur kleine Spuren einer Reaction. Hiernach erfolgt die Bewegung des Leuchtgases in verticaler Richtung nach unten noch langsamer als in horizontaler Richtung, das Gas verweilt aber dort länger, so dass man die Spuren seiner Anwesenheit noch 4 Tage nach seiner Einleitung in den Boden bemerken kann. In dem Brunnenschachte traten wie im Keller die ersten Spuren von Leuchtgas am 11. Mai, also nach 31 1/2 Stunden, auf. In den darauffolgenden Tagen aber wurde keine Reaction mehr bemerkt. Folglich wurde von dem Leuchtgase in diesem Falle, in der Zeit von 31 1/2 Stunden der Weg von nur 3 1/4 m (die Entfernung des Brunnenschachts H von der Röhre A) zurückgelegt.

Die meteorologischen Daten dieser Zeitperiode waren folgende: mittlere Tages-t^0 der äusseren Luft am 10. Mai = 7,9°; am 11. 11,5°; am 12. 13,2°; am 13. 10,5° und am 15. 5,0°. Die Bodentemperatur 1 1/2 m tief stieg immerwährend 8,8° (10. Mai) bis 9,3° (15. Mai); in der Tiefe von 3 m stieg sie von 6,7° (10. Mai) bis 6,9° (15. Mai). Die Temperatur der Kellerluft schwankte zwischen 13,8° und 14,5° C. Windrichtungen wurden folgende beobachtet: den 10. Mai

NW, W und SW; den 11. NW, N u. O; den 12. S, NW u. W; den 13. N, W u. W; den 15. NO, N u. N. Regenmenge den 10. Mai = 0,2 mm; an den übrigen Tagen hat es nicht geregnet.

Dritter Versuch begann den 17. Mai. Das Leuchtgas wurde jetzt durch die 2 m tief im Boden angebrachte Röhre *B* eingeleitet und zwar vom 17. Mai 8 Uhr 50 Minuten früh bis 18. Mai 5 Uhr 52 Minuten Nachmittags. Während 33 Stunden 2 Minuten wurden also 6852 Liter Leuchtgas in den Boden gebracht. Die Aspiration der Bodenluft erfolgte durch die Röhren *A*, *C*, *D*, *E*, *F* und den Brunnenschacht *H*, wobei folgende Resultate erzielt wurden:

Die Bodenluft aus der Röhre *C*, welche in einem Abstande von 4 1/2 m von der Gasquelle (*B*) sich befand, reagirte auf Leuchtgas 9 Stunden 10 Minuten nach seiner Einführung in den Boden. In darauffolgenden Tagen — den 18., 19., 20. und 22. Mai — konnte man hier immer noch die Anwesenheit des Leuchtgases constatiren, jedoch die letzten Tage nur noch als kleine Spuren.

Das im Keller befindliche und von der Gasquelle 7 m entfernte Rohr *D* gab die ersten Spuren Leuchtgas erst am 18. Mai, also nach ca. 32 Stunden, ähnlich wie bei Versuch 2. Den 19. Mai wurden nur Spuren, den 20. Mai eine bedeutend starke Reaction, den 22. Mai nur sehr geringe Spuren Leuchtgas beobachtet.

Die Bodenluft aus dem Rohre *A* gab eine starke Reaction auf Leuchtgas schon 3/4 Stunden nach Einleitung desselben in den Boden; in diesem Falle also brauchte das Leuchtgas nur 3/4 Stunden, um in verticaler Richtung nach oben die Strecke von 1 m zurückzulegen; in den nachfolgenden Tagen wurde die Untersuchung der Bodenluft aus dieser Röhre nicht mehr vorgenommen.

In der Bodenluft des Brunnenschachts, in einer Tiefe von 2 m und in einer Entfernung von 3,25 m von der Gasquelle, konnte man die Spuren einer Reaction auf Leuchtgas erst am 19. Mai bemerken, ungefähr 56 Stunden nach Einleitung desselben in den Boden. Den 20. Mai waren auch noch Spuren einer Reaction bemerkbar, am 22. aber zeigten sich keine mehr.

Ferner die Bodenluft aus der Röhre *E*, die in einer Tiefe von 1 3/4 m im Boden steckte und 4 1/4 m von *B* entfernt war, gab ebenfalls erst nach ungefähr 54 Stunden eine Reaction auf Leuchtgas; an den nachfolgenden Tagen war keine Reaction mehr zu bemerken.

Rohr *F* (2 m tief und 9,5 m von der Gasquelle entfernt) lieferte die ersten Spuren ca. 76 Stunden nach Beginn des Versuches, welche bis 22. Mai bemerkbar blieben.

Die meteorologischen Daten dieser Zeitperiode waren folgende: Die mittlere Tagestemperatur der äusseren Luft am 17. Mai 4,4°; am 18. 5,7°; am 19. 6,8°; am 20. 9,2° und am 22. 14,7°. Die Temperatur im Keller bewegte sich zwischen 14,2° und 14,6°. Die Bodentemperatur 1 1/2 m tief stand die ersten 3 Tage auf derselben Höhe 9,4° und gegen den 22. sank sie bis 9,3°; 3 m tief stieg sie von 7,0° (am 17. Mai) bis 7,3° (am 22. Mai). Windrichtungen sind folgende beobachtet worden: den 17. Mai NO, N u. W; den 18. NO, SO u. S; den 19. W, NO u. NO; den 20. O, NO u. O; den 22. SO, SO u. O. Die Menge der atmosphärischen Niederschläge am 17. Mai 0,7 mm: am 18. 0,4 mm und in den übrigen Tagen waren keine Niederschläge mehr erfolgt.

Da die vorstehenden Versuche zu keinem exacten Resultate führten, hielt ich es für geboten, die Versuchsanordnung in folgender Weise zu erweitern:

Um die Centralröhre F, welche zum Einleiten des Leuchtgases bestimmt war, wurden 8 eiserne Bodenröhren stets 2^m tief in den Boden geschlagen[1]) und derart gruppirt, dass sie in Abständen von je 1^m und nach den Richtungen der Windrose (N_1, N_2 — O_1, O_2 — S_1, S_2 — W_1, W_2) sich befanden.

Ein zehntes Bodenrohr O_3 wurde $0{,}5^m$ tief in den Boden des Kellers gebracht, wobei sein unteres Ende $2{,}6^m$ tief unter Terrain, also $0{,}60^m$ tiefer als die andern Bodenröhren reichte. Seine Entfernung von der Centralröhre F betrug $4{,}1^m$.

Im Uebrigen war das Verfahren bei den nachfolgenden Versuchen ganz das gleiche wie bei der oben beschriebenen Versuchsreihe.

Vierter Versuch. Am 9. Juni wurde von früh $9^h 4$ bis abends $7^h 10$, also während 10 Stunden 6 Minuten 2256 Liter Gas durch das Centralrohr F in den Boden geleitet.

Die Raschheit, mit welcher die ersten Spuren Leuchtgas zu den 1 resp. 2^m entfernten Beobachtungsröhren gelangte, zeigt folgende Tabelle:

Versuchsrohr	Reaction nach Std. Min.	Versuchsrohr	Reaction nach Std. Min.
S_1	1^h 30	S_2	2^h 55
O_1	3 30	O_2	10 10
N_1	3 30	N_2	5 50
W_1	6 30	W_2	3 30
—	—	O_3	27 40

Das Leuchtgas legte also trotz gleicher Abstände der Versuchsröhren von 1 resp. 2^m den Weg in ungleichen Zeiten zurück, ja es kam sogar in dem 2^m von der Gasquelle entfernten Rohre W_2 um 3 Stunden früher als in dem nur 1^m entfernten Rohre W_1.

An diesem Tage (3. Juni) war die mittlere Tagestemperatur der äusseren Luft 15,8°; die des Kellers 16,2°; die Bodentemperatur $1\,^1/_2{}^m$ tief 11,6°; 3^m tief 7,8°; die Windrichtung dieses Tages war O. Im Verlaufe der darauffolgenden 5 Tage (vom 4.—8. Juni einschliesslich) wurde die Prüfung der Bodenluft aller dieser

---

1) Nur Rohr N_1 konnte wegen Widerständen im Boden blos bis $1{,}17^m$ Tiefe eingetrieben werden.

Röhren täglich vorgenommen. Zu allererst hörte die Luft aus der Kellerröhre O_3 auf Leuchtgas zu reagiren auf und zwar am 6. Juni, also am 4. Tage nach Beginn des Versuches, die Luft der Röhren N_2 und W_1, am 5. Tage und endlich am 6. Tage hörte die Reaction bei allen übrigen Röhren auf mit Ausnahme von W_2, S_2 und N_1, bei welchen letzteren man noch Spuren von Leuchtgas bemerken konnte. Dabei wurde die Intensität der Farbenveränderung der Palladiumchlorürlösung, sowie die Menge des reducirten Metalles im Allgemeinen von Tag zu Tag schwächer und weniger. Jedoch manchmal waren auch Ausnahmen, so z. B. reagirte die Bodenluft aus den Röhren N_1, W_2 und S_2 am 7. Juni stärker als am vorhergehenden Tage den 6. Juni; ferner gab die Luft aus der Röhre N_2 z. B. am 7. Juni keine Reaction auf Leuchtgas, während am nächstfolgenden Tag, den 8. Juni, die Spuren einer Reaction in derselben wieder zum Vorschein kamen. Um die Intensität der Reactionen vergleichen zu können, habe ich täglich annähernd die gleichen Quantitäten Bodenluft aus den Versuchsröhren entnommen und mit einer möglichst gleichen Geschwindigkeit durch die Palladiumchlorürlösung strömen lassen.

Die meteorologischen Daten dieser Zeitperiode waren folgende: Die mittlere Tagestemperatur der äusseren Luft am 4. Juni 18,4°; am 5. 13,0°; am 6. 15,3°; am 7. 17,8° und am 8. 10,7°. Die Temperatur der Kellerluft schwankte in kleinen Grenzen zwischen 16,2° und 15,8°. Die Temperatur des Bodens in der Tiefe von $1\frac{1}{2}^m$ stieg von 11,6° bis 11,9° und 3^m tief stieg sie von 7,8° bis 8,1°. Niederschläge am 4. Juni $8,4^{mm}$; am 5. $10,9^{mm}$; am 6. $0,1^{mm}$ und am 8. $12,4^{mm}$. Windrichtung: den 4. W, O u. O; den 5. SW, SW u. SW; den 6. O, O u. O: den 7. S, NW u. W und endlich den 8. W, SW u. SW.

Fünfter Versuch. Am 9. Juni wurden von früh 9^h 18 bis abends 9^h 43, also während 12 Stunden 26 Minuten 2669 Liter Gas in das Centralrohr geführt. Als Zeit, in welcher die ersten Leuchtgasreactionen zu beobachten waren, ergab sich für die Beobachtungsrohre:

Versuchsrohr	Reaction nach Std.-Min.	Versuchsrohr	Reaction nach Std. Min.
S_1	1^h 25	S_2	1^h 55
O_1	2 10	O_2	6 40
N_1	2 15	N_2	3 50
W_1	2 05	W_2	1 55
—	—	O_3	24 —

Diesmal verbreitete sich das Leuchtgas im Boden, wie es scheint im Allgemeinen etwas schneller als das letztemal, die Details aber blieben dieselben; so erschien das Leuchtgas wieder zuerst in W_2 und erst nachher in W_1, trotzdem dass ersteres um das Doppelte entfernter von F war als letzteres; dann reagirte die Luft von den vier Röhren, die um 2^m von F entfernt waren, ebenso, wie im letzten Versuche aus O_2 später als die andern. Die weitern Untersuchungen der Bodenluft wurden während 5 Tagen täglich vorgenommen, wobei ich ganz analoge Resultate wie das vorige Mal erhielt: Schwinden des Leuchtgases zuerst an der Kellerröhre O_3 (4. Tag), dann an dem Rohre N_2 (5. Tag), während

das Leuchtgas in den übrigen Röhren erst nach dem 5. Tage allmählich sich verlor. Ich habe noch zu bemerken, dass in diesem Versuche, ebenso wie im letzten, die Abnahme der Reaction in der Richtung gegen die Mauer des Institutsgebäudes, namentlich in den Röhren O_1 u. O_2 am schnellsten war.

Die meteorologischen Daten waren: Die mittlere Temperatur der äusseren Luft am 9. Juni 9,5°; am 10. 12,1°; am 11. 11,6°; am 12. 12,4° und am 13. 9,1°. Die Temperatur der Kellerluft schwankte zwischen 14,8 u. 15,8°. Die Temperatur des Bodens $1^{1}.{}_{2}{}^{m}$ tief bewegte sich 11,9 u. 12,1° und 3^{m} tief stieg sie allmählich von 8,2 — 8,4°. Menge der atmosphärischen Niederschläge: am 9. Juni $2,1^{mm}$; am 10. $11,4^{mm}$; am 11. $2,6^{mm}$; am 12. $0,1^{mm}$ und am 13. $1,1^{mm}$. Windrichtungen: am 9. SW, NW u. W; am 10. W, SW u. W; am 11. SW, W u. SW; am 12. S, W u. SW und am 13. W, SW u. SW.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Leuchtgas sich in horizontaler Richtung im Boden bewegt, schwankt somit in sehr weiten Gränzen. Die Strecke von 1^{m} wurde in 1 Stunde 25 Minuten bis 6 Stunden 30 Minuten, die Strecke von 2^{m} in 1 Stunde 55 Minuten bis 10 Stunden 10 Minuten zurückgelegt.

Vergleicht man ferner die meteorologischen Daten mit den Ergebnissen der zwei letzten Versuche, so scheint ein grösserer oder kleinerer Feuchtigkeitsgrad des Bodens keinen hemmenden Einfluss auf die Schnelligkeit der Verbreitung des Leuchtgases im Boden auszuüben, da in dem letzten Versuche die Schnelligkeit im allgemeinen sogar eine grössere als im vorletzten war, während es am Vorabende (den 8. Juni) wie am Tage des letzten Versuches selbst ziemlich stark regnete ($14,5^{mm}$) und die Einleitung des Gases daher in einen viel feuchteren Boden als im vorletzten Versuche geschah. Ebenso konnte man nicht wahrnehmen, dass die Windrichtung auf den Gang des Leuchtgases im Boden einen Einfluss ausübt. Wie es scheint, spielt die Hauptrolle bei der Schnelligkeit der Verbreitung des Leuchtgases im Boden eine mehr oder weniger grosse Lockerheit dieses letzteren, hauptsächlich, wenn man den hiesigen Boden, welcher aus einem homogenen Kiesgeröll besteht, in Betracht zieht.

Die bisherigen qualitativen Versuche konnten keinen Aufschluss über die Leuchtgas m e n g e n gewähren, welche an den verschiedenen Stellen und Entfernungen der Bodenluft beigemischt waren. Indem mir gerade die quantitative Ermittlung von grosser praktischer Bedeutung erschien, um das Eindringen des Leucht-

gases in die Wohnungen und die hierdurch entstehenden Gefahren zu beurtheilen, habe ich mir weiter die Aufgabe gestellt, eine neue Reihe von Versuchen vorzunehmen, die der Anordnung nach zwar den vorhergegangenen gleichen, aber auch die quantitative Bestimmung der Leuchtgasbeimischung zur Bodenluft gestatteten. Da die Bunsen'sche Methode der Gasanalyse im vorliegenden Falle wegen der Anzahl der nothwendigen Luftuntersuchungen nicht durchführbar erschien, war es nöthig, eine andere Methode ausfindig zu machen, die schneller und weniger complicirt wäre und doch ein die praktischen Anforderungen befriedigendes Resultat erwarten liess.

Die ungleichartige Zusammensetzung des Leuchtgases erlaubt nicht ohne Weiteres, aus der reducirten Menge Palladiumchlorür das Volumen des absorbirten Leuchtgases zu berechnen, wie folgender kurzer Ueberblick lehrt.

Man unterscheidet je nach der Rolle, welche die Bestandtheile des Leuchtgases beim Beleuchtungsprocesse spielen, drei Hauptgruppen: 1. Licht gebende Bestandtheile, die bei ihrem Verbrennen eine stärkere oder schwächere Leuchtkraft bedingen. Zu diesen gehören die sogenannten schweren Kohlenwasserstoffe, nämlich: Etylen (C_2H_4), Propylen (C_3H_6), Butylen (C_4H_8) und Acetylen (C_2H_2). 2. Die zweite Gruppe besteht ebenfalls aus brennbaren Gasen, die aber eine nur sehr schwache Leuchtfähigkeit besitzen, wie Sumpfgas (CH_4), Wasserstoff (H) und Kohlenoxyd (CO). 3. Die dritte Gruppe endlich bilden die verunreinigenden Bestandtheile des Leuchtgases, welche weder die Beleuchtungs- noch die Verbrennungsvorgänge fördern, nämlich: Kohlensäure (CO_2), Stickstoff (N), Ammoniak (NH_3), Schwefelwasserstoff (H_2S) und Schwefelkohlenstoff (CS_2).

Das relative Mischungsverhältniss der eben erwähnten Bestandtheile des Leuchtgases hängt hauptsächlich von der Zusammensetzung der verwendeten Rohmaterialien ab. So enthält z. B. nach Reissig's Analyse[1]) das Buchenholzgas 41,94 % Kohlenoxyd; das Birkenholzgas 35,99 %; das Tannenholzgas 38,25 %;

1) Muspratt, Encyklopädisches Handbuch der technischen Chemie Bd. 4 S. 591—592.

das Torfgas 20,33 %; das aus amerikanischer Naphtha dargestellte Gas enthält 17,47 % Kohlenoxyd. Das am meisten in den städtischen Gasfabriken und auch in München verwendete Rohmaterial zur Darstellung des Leuchtgases ist aber gewöhnlich die Steinkohle. Auch die zur Leuchtgasfabrication verwendete Steinkohle besitzt eine derartig ungleiche Zusammensetzung, dass es nicht auffallend ist, wenn die Bestandtheile des fertigen Leuchtgases in den verschiedenen Städten erheblich wechseln. Das beweisen uns die in nebenstehender Tabelle verzeichneten Analysen des Leuchtgases aus verschiedenen Orten, wo sie zu mehreren Malen und zu verschiedenen Zeiten wiederholt vorgenommen wurden [1]).

Ferner weist das Leuchtgas Schwankungen in seiner Zusammensetzung auf, die von den technischen Bedingungen seiner Zubereitung abhängig sind. Bekanntlich gibt die Steinkohle [2]) in den verschiedenen Perioden des Destillationsprocesses Zersetzungsgase von ungleicher Zusammensetzung.

Ledebur [3]) beobachtete, dass mit dem Steigen der Temperatur in den Retorten das Verhältniss des Kohlenoxyds zur Kohlensäure zu Gunsten des ersteren zunimmt und umgekehrt. Es ist daher klar, dass trotz aller Vervollkommnung in der Erzeugung des Leuchtgases, welche den Process der Destillation möglichst zu reguliren beabsichtigen, es doch keine absolut beständige Zusammensetzung besitzt und von Tag zu Tag bestimmte Schwankungen in seiner quantitativen Zusammensetzung aufweisen kann.

In jeder grösseren Gasfabrik, wo das gleiche Material unter möglichst gleichen Destillationsbedingungen verarbeitet wird, werden die Schwankungen in der Zusammensetzung des Gases immer nur sehr geringe sein, was namentlich für das Münchener Leuchtgas durch Dr. Bunte constatirt ist. Es schien mir daher auch möglich, ohne zu grosse Fehler zu begehen, das Palladiumchlorür zur quantitativen Bestimmung des Leuchtgases überhaupt zu

1) Schilling, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung (München 1879) S. 89–91.

2) Schilling, Handbuch f. Steinkohlengasbeleuchtung (1879) S. 103.

3) Ledebur, Ueber die Bedingungen der Kohlenoxyd- und Kohlensäure-Bildung. Journ. f. Gasbeleuchtung (1882) Nr. 20 S. 710.

Quantitative Zusammensetzung des Leuchtgases	Heidelberger aus Saarkohlen dargestelltes Leuchtgas Nach Landolt	Londoner Leuchtgas verschiedener Compagnien Nach Hambidge	Leuchtgas aus verschiedenen New-Casteler Steinkohlensorten Nach Frankland	Manchester Leuchtgas Nach Bunsen	Königsberger Leuchtgas aus englischer Kohle Nach Blochmann	Dresdener Leuchtgas Nach Hempel	Münchener Leuchtgas Nach Bunte[1])
Etylen	5,10 — 4,04 %	8,72 — 3,22 % (Etylen und Butylen)	16,31 — 3,05 % (Etylen und Butylen)	4,08 %	3,88 — 3,91 %	3,0 % (Etylen und Butylen)	5,8 % (Etylen und Butylen)
Butylen	4,34 — 2,18			2,38	2,96 — 2,99		
Wasserstoff . .	44,00 — 39,30	50,68 — 41,72	51,81 — 40,54	45,58	49,04 — 45,08	48,7	47,5
Sumpfgas . . .	40,71 — 38,30	41,88 — 34,49	— —	34,90	36,52 — 39,93	33,4	34,0
Kohlenoxyd . .	5,10 — 4,04	6,97 — 3,13	15,64 — 6,58	6,64	5,57 — 4,84	8,0	9,7
Kohlensäure . .	0,58 — 0,37	Spuren	— —	3,67	1,07 — 0,30	1,5	3,0 (Kohlensäure und Stickstoff)
Stickstoff . . .	8,00 — 2,75	9,73 — 2,71	— —	2,46	0,96 — 2,95	4,0	
Schwefelwasserstoff	— —	— —	— —	0,29	— —	—	—

1) Die Mittheilung über das Münchener Leuchtgas verdanke ich Herrn Dr. Bunte, der aus seinen zahlreichen Analysen das Mittel gezogen hat.

versuchen, wenn es durch eine Reihe von Bestimmungen — sozusagen empyrisch — gelingt, das mittlere Gewichtsquantum reducirten metallischen Palladiums festzustellen, welches von einer Volumeneinheit des Leuchtgases reducirt werden kann.

Zu diesem Zwecke kann man nicht bloss die Wage, sondern auch das Titrirverfahren anwenden, indem man das Filtrat sammelt, in demselben die Menge des zurückgebliebenen Palladiums durch Titriren bestimmt und vom ursprünglichen Titer der verwendeten Palladiumlösung abzieht.

Als Reagens zur Titerbestimmung des Palladiums in der Lösung seiner Chlorürverbindung ($PdCl_2$) wurde von Fodor [1]) Jodkalium (KJ) vorgeschlagen. Dabei findet folgende Reaction statt:

$$PdCl_2 + 2\,KJ = PdJ_2 + 2\,KCl;$$

und in der gelben, durchsichtigen Lösung des Palladiumchlorür bildet sich ein dunkelbrauner, fast schwarzer Niederschlag von Jodpalladium.

Die Anwendung der directen Gewichtsmethode zur Bestimmung des metallischen Palladiums in dem Niederschlage hat sich in der Praxis als äusserst mühsam gezeigt; denn ein Theil des Niederschlages pflegt, in der Form eines dünnen Anflugs, an den Wänden des Kugelapparates sich festzusetzen und es ist sehr schwer ihn abzuwaschen. Ich wählte deshalb die von Fodor vorgeschlagene Titrirmethode mit folgenden Abänderungen: Fodor stellte den Titer des Jodkaliums auf Kohlenoxyd, so dass 1 ccm der Lösung 0,1 ccm Kohlenoxyd (CO) entsprach, dann titrirte er nicht das Filtrat des Palladiumchlorür, sondern er sammelte den Niederschlag, löste ihn von neuem auf und bestimmte erst in dieser Lösung die Menge des reducirten Palladiums. Zu diesem Zwecke verfuhr er folgendermaassen: er sammelte den Niederschlag auf einem Filter, wusch ihn aus und löste ihn in Königswasser auf, den Kugelapparat spülte er ebenfalls mit Königswasser nach, um den Theil des Niederschlages, der sich an den Wänden desselben angesetzt hatte, gleichfalls zu lösen; diese beiden Lösungen vereinigt liess er bis zur Trockne verdampfen, um den Ueberschuss an Säure zu entfernen;

1) Fodor, Das Kohlenoxyd in seinen Beziehungen zur Gesundheit S. 24.

den trocknen Rückstand löste er wiederum in verdünnter Salzsäure auf und titrirte endlich diese neue Lösung mit Jodkalium. Ich zog es vor, den Niederschlag nicht zu beachten und statt dessen direct das Filtrat zu benutzen und in demselben die Menge des übriggebliebenen nicht gefällten Palladiums zu bestimmen. Zu diesem Behufe wurde der Inhalt des Kugelapparats auf ein mit Wasser befeuchtetes Filter gegossen, ferner wurde sowohl der Niederschlag am Filter, als auch der Kugelapparat selbst, möglichst sorgfältig, jedoch mit möglichst wenig destillirtem Wasser, um eine zu starke Verdünnung des Filtrats zu vermeiden, gewaschen. Die Menge des Filtrats zusammen mit dem Abspülwasser wurde vermittelst eines Messcylinders bestimmt, von dieser Flüssigkeit wurden 10^{ccm} in ein weites Reagensglas geschüttet und darin mit Jodkaliumlösung titrirt; auf Grund des dabei erlangten Resultats wurde dann die ganze Menge des Palladiums, welches im Filtrate vorhanden war, berechnet.

Durch Auflösung von $3,118^{g}$ Jodkalium in 1 Liter Wasser erhält man eine Lösung, von welcher $1^{ccm} = 1^{mg}$ Palladium entspricht. Die Reaction von Jodkalium auf Palladiumchlorür ist zwar äusserst empfindlich, aber der Process des Titrirens selbst erfordert, um genaue Resultate zu erlangen, einige Fertigkeit und Geduld. Es verwandelt sich nämlich das Palladiumjodür nicht auf einmal in einen schweren auf den Boden sinkenden Niederschlag, sondern bleibt anfangs, in Gestalt kleiner suspendirter Partikelchen, in der Flüssigkeit schweben, welche hierdurch intensiv dunkelbraun gefärbt erscheint und so die Erkennung der Endreaction erschwert. Um dieses zu vermeiden, muss man die Palladiumchlorürlösung zuerst bis zum Sieden erwärmen und dieser heissen Flüssigkeit das Reagens tropfenweise aus einer Bürette beifügen. Sollte der Niederschlag auch dann nicht zusammenballen und die Flüssigkeit noch immer gefärbt und trübe bleiben, so muss man dieselbe oft aufschütteln und, nach kurzem Stehenlassen (etwa 3 bis 5 Minuten), wiederum aufkochen und diese Manipulation so oft wiederholen, bis die Flüssigkeit vollständig durchsichtig wird und eine kaum merkbare Färbung hat. Ist das ganze Palladiumchlorür noch nicht völlig in Palladium-

jodür übergegangen, so bewirkt ein weiterer Zusatz eines Tropfens von Jodkalium in der geklärten Flüssigkeit eine sehr deutliche Trübung. Sobald dies nicht mehr erfolgt, ist die Umsetzung und damit die Titrirung vollendet. Wird das Reagens anfangs überschüssig zugesetzt, so bleibt die Lösung trotz andauernden Schüttelns und wiederholten Aufkochens ständig trübe und so stark gefärbt, dass es unmöglich ist zu bemerken, ob ein von neuem beigegebener Tropfen Jodkalium noch eine weitere Trübung derselben hervorbringt oder nicht.

Um mich von der Brauchbarkeit dieser Methode zu überzeugen und ihre Genauigkeit richtig beurtheilen zu können, nahm ich zuerst einige vergleichende Controlversuche vor, indem ich den Niederschlag des metallischen Palladiums zuerst auf dem directen Wege der Gewichtsmethode und dann nach der oben angedeuteten Titrirmethode bestimmte.

Man könnte zunächst daran denken, eine Palladiumlösung von bekanntem Gehalte herzustellen. Ich bemerke aber, dass der Herstellung einer solchen Schwierigkeiten im Wege stehen, indem beim Auflösen von auch chemisch reinem Palladiumchlorür immer ein Theil basisches Salz unaufgelöst bleibt, dessen Menge sehr wechselnd ist. Die Lösung muss filtrirt werden, bleibt aber auch nur 4 bis 5 Tage lang klar. Es bleibt daher nichts übrig, als den Titer der klaren Lösung vor jedem Versuche zu bestimmen.

Zur Ausführung der oben erwähnten vergleichenden Versuche wurde ein mit der Pipette abgemessenes Volumen der klaren Palladiumchlorürlösung in die Kugelapparate gebracht und in einer anderen Portion von 10^{ccm} dieser Lösung mittels Jodkalium der Gehalt an Palladium festgestellt. Nachdem durch die Kugelapparate Leuchtgas geleitet worden war, wurde der gebildete Niederschlag von metallischem Palladium auf einem Filter, dessen Aschegehalt bestimmt war, gesammelt, das im Absorptionsgefäss noch haftende Palladium sorgfältig mit Wasser abgespült, auf dasselbe Filter gebracht, mit destillirtem Wasser völlig ausgewaschen, und die vereinigten Filtrate, welche das nicht reducirte Palladium enthielten, im Messcylinder gemessen.

Das bei 100° C. getrocknete Filter wurde verascht und gab nach Abzug der Filterasche das Gewicht des Palladium-Niederschlages.

In mehreren Proben von 10 ccm des gemessenen Filtrates wurde dann auch die vorher beschriebene Titrirung des in Lösung gebliebenen Palladiums vorgenommen.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Resultate von 7 solchen Bestimmungen.

Nr. der Versuche	$PdCl_2$ Lösung in den Kugelapparaten in Cbcm.	Titrirte Menge Pd in Milligrammen			Gewogene Menge reducirtes Pd. in Milligr.	Differenz der Titrirung von der Wägung	
		in der ursprünglichen Lösung	im Filtrat geblieben	reducirtes Pd		absolut	procentisch
1	50	38,00	18,02	19,98	20,40	— 0,42	— 2,06 %
2	50	38,00	9,44	28,56	28,40	+ 0,16	+ 0,56
3	50	32,75	12,80	19,95	20,10	— 0,15	— 0,75
4	60	39,30	10,93	28,37	28,20	+ 0,17	+ 0,60
5	70	50,40	19,43	30,97	31,00	— 0,03	— 0,09
6	60	43,20	14,82	28,38	28,50	— 0,12	— 0,42
7	50	35,50	16,85	18,65	19,10	— 0,45	— 2,35

Vorstehende Tabelle beweist, dass die beiden auf verschiedene Weise ausgeführten Bestimmungen (Gewichts- und Titrirmethode) genügend übereinstimmen. Die gröste Differenz von ca. 2 %, die man in der ersten und letzten Bestimmung bemerkt, ist aller Wahrscheinlichkeit nach mehr irgend einem zufälligen Manipulationsfehler bei Ausführung der Analyse, als der Unvollkommenheit der Methode selbst zuzuschreiben.

Nachdem ich mich für die Titrirmethode entschieden hatte, musste ich ferner das Reductionsvermögen von Leuchtgas auf Palladiumchlorür feststellen, was ich dadurch zu erreichen suchte, dass ich eine bekannte Menge Gas aus einem graduirten Bunsengasometer unter Berücksichtigung aller von Bunsen in seinen gasometrischen Methoden vorgeschriebenen Cautelen langsam durch einen oder mehrere Geissler'sche Kugelapparate leitete, welche mit einer titrirten Palladiumchlorürlösung gefüllt waren.

Um eine möglichst vollständige Absorption des Leuchtgases zu erzielen, gebrauchte ich stets eine Reihe von 3—5 Kugelapparaten, deren letzter keine Veränderung der Lösung mehr aufweisen durfte. Es wurde nunmehr das in den Kugelapparaten noch vorhandene Palladiumchlorür titrirt und hieraus die Menge Palladium gefunden, welche durch das bekannte und auf 0° C. und 760^{mm} Barometerstand berechnete Leuchtgasvolumen reducirt wurde.

Nr. der Versuche	Leuchtgas-Vol. bei 0° C. u. 760^{mm} Cbcm.	Reducirtes Pd Milligramm	1^{ccm} Leuchtgas reducirte Pd Milligramm
1	76,62	28,56	0,373
2	38,99	19,95	0,511
3	77,68	28,37	0,365
4	73,86	30,97	0,419
5	74,63	28,38	0,380
6	34,26	18,65	0,554
7	76,93	36,55	0,475
8	82,28	46,31	0,562
9	23,54	13,06	0,555
10	18,74	9,11	0,486
11	14,80	7;57	0,512
12	39,48	19,30	0,491
Das arithmetische Mittel der 12 Bestimmungen . . .			0,473

Die Palladiummengen, welche hiernach von 1^{ccm} Leuchtgas reducirt werden, bewegen sich von 0,365—0,562^{mg} und sind offenbar zu schwankend, als dass sie auf die wechselnde Zusammensetzung des Leuchtgases bezogen werden dürften, oder als Basis für meine weiteren Versuche dienen konnten.

Aus dem Verlaufe der Experimente schien mir hervorzugehen, dass das reine Leuchtgas beim Durchgange durch die Kugelapparate zu concentrirt war, um vollständig absorbirt zu werden, da der ganz gleichmässige Ausfluss des Leuchtgases aus dem Gasometer in die Kugelapparate fast unmöglich einzuhalten war.

Um diesen Fehler zu vermeiden oder auf ein möglichst kleines Maass zurückzubringen, durfte ich nicht reines Leuchtgas verwenden, sondern musste es mit einem andern indifferenten Gase, am besten mit Luft, verdünnen.

Zu dem Zwecke modificirte ich die Versuche in folgender Art: Ein grosser weithalsiger Ballon, dessen Inhalt genau ausgemessen wurde, diente als Behälter, in dem die Mischung des Leuchtgases mit der atmosphärischen Luft in verschiedenen Proportionen hergestellt und von hier mittels Hg in die Absorptionsapparate verdrängt wurde. Hierzu war die Oeffnung des Ballons mit einem dreifach durchbohrten Gummipfropfen verschlossen.

Durch die eine Bohrung ging ein Trichterrohr, dessen unteres Ende fast bis zum Boden des Ballons reichte und zum Einfüllen von Quecksilber bestimmt war.

Ein zweites, im Winkel gebogenes Rohr mündete dicht unter dem Stopfen, während der äussere horizontale Arm durch eine kurze Kautschukverbindung mit dem Absorptionsapparate verbunden war. Ein Schraubenquetschhahn erlaubte das Gasgemisch des Ballons ganz nach Belieben durch die Kugelapparate treten zu lassen. Zwischen Ballon und Quetschhahn war ein Wassermonometer eingeschaltet, um den Gasdruck im Ballon während des Ausströmens des Gases zu messen.

Eine dritte, gleichfalls im Winkel gebogene Glasröhre reichte fast bis zum Boden des Ballons und diente zur Verbindung mit dem früher erwähnten Bunsen-Gasometer, aus welchem ein bekanntes Vol. reines Leuchtgas in den Ballon gedrängt werden konnte.

Vor Beginn des Versuches wurde einiges Quecksilber in den Ballon geschüttet, um die Enden der beiden Glasröhren, die bis zum Boden des Ballons reichten, einige Millimeter hoch zu bedecken. Dadurch wurden die Oeffnungen der Röhren abgesperrt und das Quecksilber hinderte, dass Leuchtgas aus dem Ballone in den Gasometer zurückdrang oder Gasmischung durch die gerade Trichterröhre entwich.

Bei Berechnung des inneren Umfanges des Ballons wurde sowohl das Volumen des Quecksilbers, das vorläufig in denselben geschüttet wurde, als auch das Volumen der zwei im Ballon sich

befindenden Röhrenfragmente in Betracht gezogen. Alle weiteren Operationen und Berechnungen beruhten auf demselben Principe, wie in den vorhergegangenen Versuchen. Das Volumen der Gasmischung im Ballon wurde ebenfalls auf 0° und 760^{m} Druck reducirt und dann der Procentgehalt dieser Mischung an Leuchtgas berechnet. Vermittelst des Quetschhahnes wurde darauf die Communication zwischen dem Ballon und den Kugelapparaten eröffnet und auf dem Wassermanometer der Druck der Gasmischung während seines Ueberganges aus dem Ballon in die Kugelapparate abgelesen.

In den Ballon wurde durch die Trichterröhre Quecksilber möglichst langsam geschüttet und zwar mit einer Geschwindigkeit von nicht über ½ Liter per Stunde und auf diese Weise verdrängte das Quecksilber die Gasmischung aus dem Ballon in die Kugelapparate. Gewöhnlich wurde 1 bis 2 Liter Quecksilber in den Ballon geschüttet und dabei wurde, ausser der Regulirung seines Zuflusses in den Ballon, die Ausströmung der Gasmischung selbst aus demselben vermittelst des Schraubenquetschhahnes ebenfalls regulirt. Die Menge des in den Ballon geschütteten Quecksilbers wurde vermittelst Messcylinder bestimmt, wodurch auch die Menge der Gasmischung, die, aus dem Ballon verdrängt, durch die Kugelapparate geströmt ist, zugleich bestimmt war. Dieses Volumen der Gasmischung wurde ebenfalls auf 0° und 760^{m} rducirt. Ich halte es nicht für überflüssig zu erwähnen, dass, da ein jeder Versuch einige Stunden in Anspruch nahm, im Falle einer Veränderung des Barometerdruckes der äusseren Luft, ebenfalls die nöthigen Berichtigungen vorgenommen wurden. Die Menge des reducirten Palladiums wurde ebenso wie vorher durch die Titrirmethode bestimmt.

Das Volumen der Gasmischung, die durch die Kugelapparate durchgegangen ist, ist uns also bekannt, ihr Procentgehalt an Leuchtgas ist uns ebenfalls bekannt, woraus nicht schwer ist dasjenige Gewichtsquantum reducirten Palladiums zu bestimmen, das 1^{ccm} Leuchtgas entspricht.

Alle dazu gehörenden Zahlenangaben sowie die Resultate der Versuche finden sich in folgender Tabelle zusammengestellt.

Nr. des Versuches	Leuchtgasmenge aus dem Gasometer in den Ballon übergegangen in Cbcm. bei 0° u. 760 m	Volumen der im Ballon vorhandenen Gasmischung in Cbcm. bei 0° u. 760 m	Procentgehalt des Leuchtgases in dieser Mischung	Volumen der durch die Kugelapparate durchgegangenen Gasmischung in Cbcm. bei 0° u. 760 m	Menge des Leuchtgases, das in dieser Mischung war und welches durch die Kugelapparate durchgegangen ist bei 0° u. 760 m	Anzahl der aufgestellten Kugelapparate	Menge der Lösung des $PdCl_2$, welche sich in demselben befand, in Cbcm.	Menge des Pd in dieser Lösung in Milligramm	Menge des reducirten Pd in Milligramm	Die 1 ccm Leuchtgas entsprechende Menge Pd in Milligramm
1	119,160	5440,0	2,188	935,2	20,46	2	40	26,60	10,43	0,509
2	—	—	2,188	821,1	17,99	2	40	26,60	9,56	0,531
3	76,908	5375,3	1,431	910,1	13,02	2	40	26,60	7,52	0,578
4	—	—	1,431	844,4	12,08	3	40	26,60	6,59	0,546
5	35,696	5306,3	0,673	863,1	5,81	2	30	19,20	2,86	0,492
6	—	—	0,673	817,2	5,50	3	30	21,36	3,10	0,563
7	19,477	5290,4	0,368	861,5	3,17	2	25	17,80	1,93	0,609
8	—	—	0,368	816,5	3,00	3	25	17,80	1,75	0,584
9	7,694	5224,5	0,147	1270,7	1,87	2	25	17,63	1,17	0,628
10	117,111	5338,0	2,193	888,1	19,48	3	40	28,20	10,16	0,526
11	—	—	2,193	812,5	17,82	3	40	28,20	9,61	0,539
12	4,011	5247,0	0,076	1706,1	1,30	2	25	17,63	0,75	0,581
									Das arithmetische Mittel der 12 Versuche	0,557

Wir sehen also aus dieser Tabelle, dass die letzten Versuche uns ziemlich übereinstimmende Resultate geliefert haben, die zwar auch einige Schwankungen aufzuweisen haben, aber doch nicht in dem Maasse, wie die der vorletzten Reihe von Versuchen. Es schien mir daher zulässig, das arithmetische Mittel der Resultate dieser 12 letzten Bestimmungen zu benutzen, d. h. anzunehmen, dass 1 ccm Leuchtgas 0,557 mg Pd zu reduciren im Stande ist, und mich dann dieser Grösse als Norm für meine weiteren Untersuchungen zu bedienen.

Man könnte nur noch einwerfen, dass das Leuchtgas durch den Boden geleitet etwas von seinen riechenden Bestandtheilen verliert, und dass es dann nicht mehr so viel Palladium reducirt. Da aber die riechenden Bestandtheile nur einen Theil der sog. schweren Kohlenwasserstoffe, und diese selbst nicht einmal 6 % des Münchener Leuchtgases ausmachen, so darf man annehmen, dass der hierdurch entstehende Fehler nur minimal sein kann.

Ich gehe also jetzt zur Beschreibung der Versuche und zur Darlegung der Ergebnisse über, die ich bei der quantitativen

Bestimmung des Leuchtgasgehaltes im Boden in verschiedenen Entfernungen und verschiedenen Richtungen vom Einleitungspunkte desselben in den Boden erlangt habe.

Für diese Versuche benutzte ich dieselben eisernen Röhren, die in Kreuzform 2 m tief im Boden angebracht waren und die ich bei meinen vorhergegangenen Versuchen gebraucht hatte, wobei ihre Gruppe an drei Seiten um je eine Röhre N_3, W_3 u. S_3 vermehrt wurde (siehe den Plan S. 217), welche ebenfalls 2 m tief und in einer Entfernung von je 2 m von den entsprechenden Röhren N_2, W_2 u. S_2 in den Boden eingeschlagen; ihre Entfernung von der Centralröhre *F* war folglich je 4 m gleich. Die Bodenluft wurde also an 12 Stellen zur Untersuchung entnommen. Um eine möglichst vollständige Absorbirung des Leuchtgases durch die Palladiumchlorürlösung zu sichern, wurde die Bodenluft aus einer jeden Röhre durch je zwei Kugelapparate geleitet, die mit einer bestimmten Menge dieser Lösung gefüllt waren, so dass ein jedes Luftbläschen sich 6 mal in dieser Lösung abspülte; ausserdem wurde darauf geachtet, dass die Luftströmung eine möglichst langsame, etwa ½ bis ¾ Liter, ja nicht mehr als 1 Liter per Stunde sei.

Die Menge der aus dem Boden ausgesaugten Luft wurde durch die Menge des aus dem Aspirator ausgeflossenen Wassers bestimmt, indem man das Gewicht des Aspirators vor dem Anfange des Versuches und nach dem Ende desselben durch Wägen bestimmte.

Ferner wurde das Volumen der Bodenluft auf 0° u. 760 m reducirt und ihr Gehalt an Leuchtgas wie 1 : 1000, d. h. in ‰ (pro mille) ausgerechnet. Dabei wurde der mittlere Barometerstand bei 0° C. und die Temperatur der äusseren Luft im Schliessungsmomente eines jeden Aspirators notirt. Bei der Reduction der Bodenluft zu 0° C. und zu 760 m wurde auch jener negative Druck, welcher unter der Einwirkung des Widerstandes, den die Flüssigkeit in den Kugelapparaten der Bodenluft entgegenstellte, in Betracht gezogen und von der beobachteten Barometerhöhe subtrahirt. Die Grösse dieses negativen Druckes wurde jedesmal vor dem Versuche vermittelst des Wassermonometers bestimmt.

Ausserdem wurde am ersten Tage eines jeden Versuches die Zeit, in der man die erste Reaction auf Leuchtgas, nach seiner Einführung in den Boden, beobachten konnte, notirt.

Erster Versuch. Am 22. August wurde mit der Einleitung des Leuchtgases in den Boden durch die Röhre *F* um 8 Uhr 40 Min. vormittags begonnen und um 8 Uhr 2 Min. abends aufgehört. Im Ganzen wurden in der Zeit, also binnen 11 Stunden 22 Min., 1780 Liter Leuchtgas in den Boden geleitet. Die Untersuchung der Bodenluft aus allen zwölf Röhren wurde vom Beginne der Einleitung des Leuchtgases in den Boden an vorgenommen und wiederholte sich täglich im Verlaufe von 4 Tagen.

22. August.

1. In ein jedes Paar Kugelapparate wurden 30 ^{ccm} $PdCl_2$ - Lösung gebracht.
2. 30 ^{ccm} dieser Lösung enthielten 18,81 ^{mg} Pd.
3. Der negative Druck in den Aspiratoren = 8,7 ^{mm} Quecksilbersäule.
4. Mittlerer Barometerstand = 714,2.
5. Windrichtung und Stärke: W mittelmässig.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 13,9; im Keller = 16,8.

23. August.

1. 2. u. 3. wie am 22. August.
4. Mittlerer Barometerstand = 711,0.
5. Windrichtung und Stärke: S sehr schwach, S sehr schwach und SW mittelmässig.
6. Tagestemperatur: der äusseren Luft = 18,4; im Keller = 16,6.

24. August.

1. In ein jedes Paar Kugelapparate je 25 ^{ccm} $PdCl_2$ - Lösung.
2. 25 ^{ccm} dieser Lösung enthalten 15,68 ^{mg} Pd.
3. Negativer Druck im Aspirator = 7,7 ^{mm}.
4. Mittlerer Barometerstand = 715,3.
5. Windrichtung und Stärke: SW schwach, S schwach und S sehr schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 14,5; im Keller = 16,5.

25. August.

1. 2. u. 3. wie am 24. August.
4. Mittlerer Barometerstand = 714,9.
5. Windrichtung und Stärke: S sehr schwach, SO schwach und SO schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 16,7; im Keller = 16,8.

Die Angaben über die Schnelligkeit der Verbreitung des Leuchtgases im Boden vom 22. August sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt, in welcher *N*, *O*, *S*, *W* die seitliche Richtung der Beobachtungsröhre von der centralen Gasquelle Röhre *F* angibt. Das erste Auftreten der Reaction auf Leuchtgas wurde beobachtet:

Bodenrohr	Entfernung von der Gasquelle		
	1 m	2 m	4 m
N	5 h 10′	3 h 35′	6 h 30′
O	2 45	3 25	8 30
S	2 55	3 20	9 25
W	3 30	4 —	10 5

In der nachfolgenden Tabelle sind alle Angaben zusammengestellt, welche auf die quantitative Bestimmung des Leuchtgases in den verschiedenen Stellen des Bodens, vom 22. bis 25. August, Bezug haben. Der Pd-Gehalt der zu den einzelnen Versuchen verwendeten $PdCl_2$-Lösungen ist in den Vormerkungen enthalten und auch aus der Addition der Zahlen in Rubrik VII (nicht reducirtes Pd) und Rubrik VIII (reducirtes Pd) zu erkennen.

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft Temperatur °C.	Aspirirte Grundluft Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
				22. August					
N_1	3939	15,7	3458,8	44,2	0,12	0,530	18,280	32,818	9,49
N_2	5994	17,1	5236,0	66,0	1,18	7,788	11,022	19,788	3,78
N_3	4370	14,9	3846,6	62,0	2,38	14,756	4,054	7,278	1,89
O_1	1291	11,9	1148,3	63,5	1,39	8,827	9,983	17,923	15,61
O_2	1927	11,2	1718,3	58,8	1,91	11,231	7,579	13,607	7,92
O_3	5651	16,8	4942,2	60,5	2,92	17,666	1,444	2,054	0,42
S_1	1886	13,7	1667,1	58,0	2,02	11,716	7,094	12,736	7,64
S_2	2364	16,1	2072,2	60,2	2,17	13,065	5,745	10,314	4,98
S_3	6520	14,1	5755,9	64,2	2,28	14,638	4,172	7,490	1,30
W_1	4964	10,1	4443,6	63,8	1,80	11,484	7,326	13,153	2,96
W_2	2926	12,2	2599,9	58,0	1,06	6,148	12,662	22,732	8,74
W_3	6301	12,4	5595,7	68,2	2,40	16,368	2,442	4,384	0,78
				23. August					
N_1	311	20,3	267,6	64,3	0,39	2,507	16,303	29,269	109,38
N_2	1362	25,9	1150,1	73,2	1,88	13,762	5,048	9,063	7,88
N_3	7399	26,4	6230,6	60,0	2,27	13,620	5,190	9,318	1,50

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft Temperatur ° C.	Aspirirte Grundluft Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
O_1	1446	25,6	1222,3	57,8	1,78	10,288	8,522	15,298	12,52
O_2	780	25,3	660,0	65,2	1,37	8,938	9,878	17,734	26,87
O_3	2551	16,6	2220,7	61,0	2,37	14,457	4,353	7,815	3,52
S_1	401	19,8	345,7	63,8	2,03	12,951	5,859	10,519	30,43
S_2	631	24,0	536,3	62,0	1,94	12,028	6,782	12,176	22,70
S_3	3334	24,5	2825,4	59,5	1,09	6,486	11,324	20,330	7,20
W_1	2527	24,7	2142,5	63,7	1,79	11,402	7,408	13,300	6,21
W_2	404	24,6	342,6	64,5	1,52	9,804	9,006	16,169	47,17
W_3	5340	26,5	4506,0	74,3	2,06	15,306	3,504	6,291	1,40
				24. August					
N_1	3950	13,3	3508,2	53,8	2,16	11,621	4,059	7,287	2,08
N_2	7750	13,8	6868,3	52,2	2,84	14,835	0,855	1,535	0,22
N_3	7134	13,0	6340,1	46,0	3,15	14,490	1,190	2,136	0,34
O_1	3275	13,9	2902,6	52,3	2,39	12,300	3,380	6,068	2,09
O_2	3290	13,9	2914,7	51,7	2,56	13,235	2,445	4,390	1,51
O_3	4930	16,5	4315,9	50,8	2,76	14,021	1,659	2,978	0,69
S_1	1728	16,7	1516,7	52,5	2,26	11,865	3,815	6,849	4,51
S_2	1060	17,0	922,6	52,0	2,41	12,532	3,148	5,652	6,13
S_3	2244	13,5	1990,8	51,5	2,27	11,691	3,989	7,162	3,60
W_1	3568	14,8	3151,2	52,0	2,55	13,620	2,420	4,345	1,38
W_2	1428	16,6	1253,8	48,2	2,63	12,668	3,003	5,391	4,30
W_3	7158	13,1	6359,2	44,8	3,20	14,336	1,344	2,413	0,38
				25. August					
N_1	2320	19,4	2015,5	54,7	2,49	13,620	2,060	3,698	1,83
N_2	7175	21,1	6197,3	51,8	2,82	14,608	1,072	1,925	0,32
N_3	7839	19,9	6798,5	44,2	3,34	14,763	0,917	1,646	0,24
O_1	4062	21,8	3498,9	52,0	2,02	10,504	5,176	9,293	2,66
O_2	9675	23,7	8283,4	50,8	2,58	13,106	2,574	4,621	0,56
O_3	5841	17,0	5116,4	49,0	2,95	14,445	1,235	2,217	0,43
S_1	5271	22,8	4526,5	52,0	2,63	13,676	2,004	3,598	0,79
S_2	5667	23,4	4856,8	54,3	2,48	13,412	2,268	4,072	0,84
S_3	3421	21,1	2957,3	51,7	2,72	14,062	1,617	2,905	0,98
W_1	7166	21,9	6172,7	54,8	2,63	14,412	1,268	2,276	0,37
W_2	7056	21,2	6092,4	46,3	3,14	14,538	1,142	2,050	0,34
W_3	8832	20,7	7638,9	49,2	3,02	14,858	0,822	1,476	0,19

Zweiter Versuch wurde am 17. October ausgeführt. Das Leuchtgas wurde durch dieselbe Röhre *F* um 8 Uhr 54 Min. morgens in den Boden geleitet und die Einleitung desselben dauerte bis 8 Uhr 23 Min. abends. Im Verlaufe dieser Zeit, nämlich 11 Stunden 29 Minuten, sind 1471 Liter Leuchtgas in den Boden gedrungen. Die Untersuchung der Bodenluft wurde täglich während dreier Tage vorgenommen.

17. October.

1. In einem jeden Paar Kugelapparate befinden sich 25 ccm $PdCl_2$-Lösung.
2. 25 ccm dieser Lösung enthalten 16,25 mg Pd.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren = 7,9 mm.
4. Mittlerer Barometerstand = 715,0 mm.
5. Windrichtung und Stärke: N sehr schwach; O sehr schwach; NO schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 8,1; des Kellers = 14,0.
7. Bodentemperatur: 1½ m tief = 12,5; 3 m tief = 11,5.
8. Atmosphärische Niederschläge = 0.

18. October.

1. In einem jeden Paar Kugelapparate befinden sich 30 ccm $PdCl_2$-Lösung.
2. 30 ccm dieser Lösung enthalten 19,5 mg Pd.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren = 9,1 mm.
4. Mittlerer Barometerstand = 719,8 mm.
5. Windrichtung u. Stärke: W mittelmässig; NW sehr schwach u. N schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 7,2; des Kellers = 13,8.
7. Bodentemperatur: 1½ m tief = 12,4; 3 m tief = 11,5.
8. Atmosphärische Niederschläge = 4,2 mm.

19. October.

1. 2. u. 3. wie am 17. October.
4. Mittlerer Barometerstand = 719,2 mm.
5. Windrichtung u. Stärke: NO mittelmässig; O mittelmässig u. NO schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 8,1; des Kellers = 13,7.
7. Bodentemperatur: 1½ m tief = 12,3; 3 m tief = 11,5.
8. Atmosphärische Niederschläge = 0,1 mm.

In den nachfolgenden Tabellen sind alle numerischen Angaben und Resultate dieses Versuches angeführt. Die erste Gasreaction wurde beobachtet:

Bodenrohr	Entfernung von der Gasquelle		
	1 m	2 m	4 m
N	1 h 20′	6 h 30′	8 h 40′
O	2 — 25	3 — 35	7 — 55
S	2	2 — 50	3 — 35
W	3 — 20	2 — 40	8 — 10

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur ° C.	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
17. October									
N_1	1949	12,1	1736,3	52,5	1,45	7,613	8,637	15,506	8,93
N_2	10692	11,0	9562,3	50,2	2,66	13,353	2,897	5,201	0,54
N_3	11061	8,8	9969,6	45,0	3,37	15,165	1,085	1,948	0,20
O_1	3914	11,2	3498,0	49,2	2,02	9,938	6,312	11,332	3,24
O_2	5335	12,1	4752,9	46,7	2,78	12,983	3,267	5,865	1,23
O_3	7455	14,0	6597,5	43,5	3,39	14,747	1,503	2,698	0,41
S_1	2026	11,5	1808,8	53,8	1,96	10,545	5,705	10,242	5,66
S_2	1750	11,5	1562,3	48,5	2,01	9,749	6,501	11,671	7,47
S_3	3092	11,7	2758,5	56,1	1,99	11,164	5,086	9,131	3,31
W_1	6825	11,9	6084,5	46,5	2,26	10,509	5,741	10,307	1,70
W_2	2303	11,6	2055,4	54,3	2,22	12,055	4,195	7,531	3,66
W_3	11079	9,5	9934,1	49,8	3,02	15,040	1,210	2,172	0,22
18. October									
N_1	2062	9,1	1866,0	61,0	2,03	12,383	7,117	12,777	6,85
N_2	9698	7,3	8832,6	54,2	3,37	18,265	1,235	2,217	0,25
N_3	6965	7,4	6341,2	59,2	3,05	18,056	1,444	2,592	0,41
O_1	4919	7,6	4475,3	59,3	2,82	16,723	2,777	4,986	1,11
O_2	6544	7,9	5947,3	52,3	3,29	17,207	2,293	4,113	0,69
O_3	5645	13,8	5024,7	53,0	3,40	18,020	1,480	2,657	0,53
S_1	3536	7,9	3213,6	60,0	2,78	16,680	2,820	5,063	1,58
S_2	2536	8,6	2323,5	53,7	2,68	14,392	5,108	9,171	3,95
S_3	2270	9,5	2051,8	55,7	2,75	15,318	4,182	7,508	3,66
W_1	7570	7,5	6889,6	51,5	3,47	17,871	1,629	2,925	0,42
W_2	7311	7,4	6656,2	61,3	2,84	17,409	2,091	3,754	0,56
W_3	9309	7,4	8475,3	53,1	3,35	17,789	1,711	3,072	0,36
19. October									
N_1	9450	8,7	8571,2	48,3	3,13	15,118	1,132	2,032	0,24
N_2	11840	9,0	10727,4	48,7	3,12	15,194	1,056	1,877	0,18
N_3	11059	9,2	10012,7	47,6	3,23	15,375	0,875	1,571	0,16
O_1	9548	8,4	8669,3	47,8	3,19	15,248	1,002	1,799	0,21
O_2	11604	9,3	10502,5	45,5	3,34	15,197	1,053	1,873	0,18
O_3	10249	13,7	9133,6	42,9	3,68	15,887	0,363	1,652	0,07

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft		Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd		Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
		Temperatur ° C.	Reducirtes Volumen Cbcm.			nicht reducirt Milligr.	reducirt Milligr.		
S_1	8701	8,5	7897,4	46,6	3,18	14,819	1,431	2,569	0,33
S_2	11211	9,7	10132,4	49,1	2,94	14,435	1,815	3,259	0,32
S_3	9794	10,1	8839,2	48,5	2,78	13,483	2,767	4,968	0,56
W_1	9543	8,5	8661,6	51,0	3,00	15,300	0,950	1,670	0,19
W_2	11290	9,5	10211,0	54,1	2,80	15,148	1,102	1,978	0,19
W_3	10991	9,6	9997,1	46,7	3,36	15,691	0,559	1,004	0,10

Dritter Versuch. Die Einleitung des Leuchtgases in den Boden begann am 25. October um 8 Uhr 28 Min. vor Mitternacht und hörte am 26. October um 5 Uhr 56 Min. nach Mitternacht auf. In der Zeit von 32 Stunden 14 Min. wurden im Ganzen 7144 Liter Leuchtgas in den Boden geleitet. Die Untersuchung der Bodenluft wurde täglich im Laufe von 5 Tagen vorgenommen.

25. October.

1. Bei einem jeden Aspirator sind zwei Kugelapparate mit 25 ccm $PdCl_2$-Lösung aufgestellt.
2. 25 ccm dieser Lösung enthalten 16,175 mg Pd.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren = 8,1 mm.
4. Mittlerer Barometerstand = 714,1.
5. Windrichtung u. Stärke: SO sehr schwach; O schwach u. NO schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 8,2; des Kellers = 13,5.
7. Bodentemperatur: $1^1/_2$ m tief = 11,8; 3 m tief = 11,8.
8. Atmosphärische Niederschläge ≙ 0,6.

26. October.

1. Bei einem jeden Aspirator sind zwei Kugelapparate mit 30 cbcm $PdCl_2$ Lösung aufgestellt.
2. 30 ccm dieser Lösung enthalten 19,41 mg Pd.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren = 9,1.
4. Mittlerer Barometerstand = 713,8.
5. Windrichtung u. Stärke: W stark; SW mittelmässig; SO schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 6,2; im Keller = 13,3.
7. Bodentemperatur: $1^1/_2$ m tief = 11,7; 3 m tief = 11,8.
8. Atmosphärische Niederschläge = 7,1 mm.

27. October.

1. 2. u. 3. wie am 26. October.
4. Mittlerer Barometerstand = 708,5.
5. Windrichtung u. Stärke: SO mittelmässig; S schwach; SO mittelmässig.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 5,7; des Kellers = 13,1.

7. Bodentemperatur: $1\frac{1}{2}$ m tief = 11,5; 3 m tief 11,7.
8. Atmosphärische Niederschläge = 0,1 mm.

28. October.

1. 2. u. 3. wie am 25. October.
4. Mittlerer Barometerstand = 707,8.
5. Windrichtung u. Stärke: W mittelmässig; NW schwach u. N schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 9,2; des Kellers = 13,2.
7. Bodentemperatur: $1\frac{1}{2}$ m tief = 11,5; 3 m tief = 11,7.
8. Atmosphärische Niederschläge = 0.

29. October.

1. 2. u. 3. wie am 25. October.
4. Mittlerer Barometerstand = 707,8.
5. Windrichtung u. Stärke: W mittelmässig; NW schwach u. W stark.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 5,6; des Kellers = 13,2.
7. Bodentemperatur: $1\frac{1}{2}$ m tief = 11,4; 3 m tief = 11,7.
8. Atmosphärische Niederschläge = 0.

Die numerischen Angaben und Resultate sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Bodenrohr	Entfernung von der Gasquelle		
	1 m	2 m	4 m
N	5 h 10′	8 h 30′	9 h 5′
O	1 — 40	4 — 10	7 — 30
S	1 — 55	2 — 5	2 — 40
W	4 — 40	4	8 — 55

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur °C.	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
25. October									
N_1	6462	9,2	5807,0	37,8	0,43	1,625	14,550	26,122	4,50
N_2	8610	7,9	7773,2	52,1	2,75	14,328	1,847	3,316	0,44
N_3	7646	7,8	6905,3	48,5	3,04	14,744	1,431	2,569	0,37
O_1	1769	10,4	1583,0	45,4	0,83	3,768	12,407	22,275	14,01
O_2	5265	8,2	4748,2	50,8	1,76	8,941	7,234	12,987	2,74
O_3	6860	13,5	6072,2	48,3	3,10	14,974	1,201	2,158	0,36

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft Temperatur ° C.	Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
S_1	2754	10,7	2461,8	43,2	1,45	6,264	9,911	17,794	7,23
S_2	2430	10,3	2175,2	51,1	1,87	9,556	6,619	11,883	5,47
S_3	2961	10,5	2648,7	49,1	1,95	9,575	6,600	11,849	4,47
W_1	4540	8,2	4094,4	45,5	1,98	9,009	7,166	12,865	3,14
W_2	2805	9,7	2516,2	48,9	1,84	8,998	7,177	12,885	5,12
W_3	8209	7,7	7416,4	53,2	2,73	14,524	1,651	2,964	0,40
26. October									
N_1	6370	7,0	5758,0	58,8	2,84	16,699	2,711	4,867	0,85
N_2	11312	6,9	10230,2	55,8	2,91	16,238	3,172	5,695	0,56
N_3	12476	6,9	11282,9	51,2	3,55	18,176	1,246	2;237	0,20
O_1	1478	7,9	1331,8	58,5	1,73	10,121	9,289	16,677	12,52
O_2	5516	8,9	4953,1	48,9	2,82	13,790	5,620	10,090	2,04
O_3	8508	13,4	7519,7	46,5	3,82	17,763	1,647	2,957	0,39
S_1	1066	8,0	960,3	54,0	2,17	11,718	7,692	13,810	14,38
S_2	1901	7,5	1715,5	52,0	2,28	11,856	7,554	13,562	7,91
S_3	2043	7,3	1845,0	50,7	2,55	12,929	6,481	11,636	6,31
W_1	3430	7,7	3093,1	57,3	2,57	14,726	4,684	8,409	2,72
W_2	1728	7,8	1557,7	49,7	2,68	13,320	6,090	10,934	7,02
W_3	11483	6,9	10376,5	54,8	3,31	18,139	1,271	2,282	0,22
27. October									
N_1	5845	11,1	5168,7	53,0	3,06	16,218	3,192	5,731	1,11
N_2	11385	11,3	10060,5	51,9	3,52	18,269	1,141	2,048	0,20
N_3	12820	10,5	11360,4	62,6	3,03	18,968	0,442	0,794	0,07
O_1	6271	11,0	5547,3	49,6	3,42	16,963	2,447	4,393	0,79
O_2	7178	10,9	6351,9	55,0	2,85	15,675	3,735	6,706	1,06
O_3	9874	13,2	8667,3	46,4	3,67	17,029	2,381	4,275	0,49
S_1	6536	10,0	5783,8	57,5	2,83	16,273	3,137	5,632	0,97
S_2	3114	8,4	2780,1	49,2	3,08	15,154	4,256	7,641	2,75
S_3	2952	8,3	2636,4	48,5	3,19	15,472	3,938	7,070	2,68
W_1	11576	11,0	10240,1	51,9	3,45	17,906	1,504	2,700	0,26
W_2	2541	8,1	2271,0	46,4	3,35	15,544	3,866	6,941	3,06
W_3	11555	10,7	10232,4	49,2	3,75	18,450	0,960	1,724	0,17

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur ° C.	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
				28. October					
N_1	2505	12,1	2193,5	42,3	2,90	12,267	3,908	7,016	3,20
N_2	11685	10,4	10293,3	48,6	3,16	15,358	0,817	1,467	0,14
N_3	14037	10,3	12369,5	47,7	3,23	15,407	0,768	1,379	0,11
O_1	6169	11,2	5418,9	46,3	2,61	12,084	4,091	7,345	1,36
O_2	9191	10,5	8093,4	46,1	2,78	12,816	3,359	6,031	0,75
O_3	7295	13,3	6361,0	46,6	3,09	14,399	1,776	3,189	0,50
S_1	6797	11,3	5968,5	44,5	2,49	11,081	5,094	9,145	1,53
S_2	5101	12,1	4466,7	44,1	2,53	11,157	5,018	9,009	2,02
S_3	4448	12,0	3896,2	44,0	2,62	11,528	4,647	8,343	2,14
W_1	10814	10,1	9536,2	52,2	2,77	14,459	1,716	3,081	0,32
W_2	11190	10,6	9850,2	49,8	2,82	14,542	1,633	2,932	0,30
W_3	14245	10,3	12552,8	47,9	3,04	14,562	1,613	2,896	0,23
				29. October					
N_1	11657	10,4	10338,0	50,1	2,91	14,579	1,596	2,865	0,28
N_2	11639	10,1	10333,1	56,8	2,67	15,166	1,009	1,811	0,18
N_3	15762	10,1	13993,5	54,0	2,81	15,174	1,001	1,797	0,13
O_1	11239	10,5	9963,8	51,2	2,57	13,158	3,017	5,417	0,54
O_2	13975	10,4	12393,8	48,5	3,14	15,229	0,946	1,698	0,14
O_3	11550	13,2	10142,9	48,3	3,11	15,021	1,154	2,072	0,28
S_1	9871	10,7	8744,9	50,7	2,85	14,450	1,725	3,097	0,35
S_2	9324	10,9	8254,5	48,5	2,69	13,047	3,128	5,616	0,68
S_3	9024	11,0	7986,1	50,6	2,59	13,105	3,070	5,512	0,69
W_1	11655	10,4	10336,3	48,1	3,09	14,863	1,312	2,325	0,23
W_2	11884	10,3	10543,1	50,2	2,92	14,658	1,517	2,724	0,26
W_3	10798	10,1	9586,4	49,7	3,03	15,059	1,116	2,004	0,21

Hier hörte ich einstweilen mit den Versuchen über die Einführung des Leuchtgases in den Boden zur Sommers- und Herbstzeit, bei einer Temperatur der äusseren Luft, die über 0° steht, auf und musste den Eintritt der kalten Winterszeit, wann die Temperatur bedeutend unter 0 sinken wird, abwarten. Vor Eintritt dieser kalten

Jahreszeit aber wollte ich einstweilen einen Versuch mit Einführung von Kohlenoxyd in den Boden machen, um zu sehen, ob nicht irgend ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Verhalten dieses Gases und des Leuchtgases zum Boden, sowie in der Schnelligkeit und der Art ihrer Verbreitung in demselben, besteht. Dieser Versuch konnte schon deshalb einen praktischen Werth haben, da ja das durch den Boden in die Wohnungen eindringende Leuchtgas gerade so viel schädlich ist, als es Kohlenoxyd in sich enthält. Wenn sich nun ein irgend welcher wesentlicher Unterschied im Verhältnisse dieser beiden Gase zum Boden herausstellen würde, so müssten gerade dadurch die Lösungen der Fragen, die bei Beurtheilung der Vergiftungsfälle durch Leuchtgas auftauchen, eine bedeutende Umgestaltung erleiden, da das corpus delicti des Leuchtgases gerade im Kohlenoxyd liegt.

Die ganze Einrichtung des Versuches mit Kohlenoxyd war mit der Einrichtung der vorhergegangenen Versuche identisch. Ein Unterschied bestand nur darin, dass die Menge des reducirten Pd, welche 1 ccm Kohlenoxyd entspricht, nicht empirisch aus einer Reihe von Versuchen festgestellt wurde, sondern auf Grund der chemischen Reactionsformel des Kohlenoxyds und der $PdCl_2$-Lösung ausgerechnet wurde. In der That geht bei ihrer gegenseitigen Einwirkung auf einander folgendes vor:

$$PdCl_2 + H_2O + CO = Pd + 2HCl + CO_2$$

daraus: $Pd : CO = 1 : x;$

und da $Pd = 106;\ C = 12;\ O = 16$ und $CO = 28$

so: $106 : 28 = 1 : x$

woraus $x = 0{,}2641$. Das heisst $0{,}2641^{mg}$ CO reduciren 1^{mg} Pd; da aber 1^{ccm} CO $0{,}0012561^{g}$ oder $1{,}2561^{mg}$ wiegt,

so: $0{,}2641 : 1{,}2561 = 1 : x$

woraus $x = 4{,}755$. Also entspricht 1^{ccm} CO $4{,}755^{mg}$ Pd.

Zur Darstellung von Kohlenoxyd erwärmte ich in einem Kolben, nach der Andeutung von Gmelin-Kraut[1]), 1 Gewichtstheil gepulverten, gelben Blutlaugensalzes mit 8 Gewichtstheilen Vitriolöl, wobei folgende Reaction stattfindet:

---

1) Gmelin-Kraut, Handbuch der anorganischen Chemie Bd. 1 (1872) S. 72.

$$K_4Fe(CN)_6 + 6H_2O + 6H_2O_2SO_2 = 6CO + 2K_2O_2SO_2 + JeO_2SO_2 + 3(NH_4)_2O_2SO_2.$$

Um das Kohlenoxyd von der Beimischung der Kohlensäure und der schwefligen Säure, die am Anfange der Reaction sich entwickeln, zu befreien, wurde dieses Gas in einer Woulff'schen Flasche, die mit Natronlauge gefüllt war, gewaschen. Dann wurde das Kohlenoxyd in einem gewöhnlichen Gasometer gesammelt und aus diesem, auf demselben Wege wie das Leuchtgas, durch die Centralröhre *F* in den Boden geleitet. Ich muss nur hinzufügen, dass die Einleitung des Kohlenoxyds in den Boden nicht ununterbrochen, sondern mit Intervallen von 1/4 bis zu 1 Stunde geschehen konnte, da man keinen Gasometer von geeigneten Dimensionen hatte, um ein grösseres Quantum des Kohlenoxyds vorräthig zu haben und musste man jedesmal gerade so viel in den Boden leiten als dargestellt wurde.

Vierter Versuch. Die Einleitung des Kohlenoxyds in den Boden begann am 13. November um 9 Uhr 4 Min. vormittags und hörte um 9 Uhr 10 Min. abends auf. In der Zeit von 12 Stunden 6 Min. und nach Abzug aller Unterbrechungszeiten, welche zusammen 3 Stunden 54 Min. ausmachten, also im Verlaufe von nur 8 Stunden 12 Min., wurden 541 Liter Kohlenoxyd in den Boden gebracht. Die Untersuchungen der Bodenluft wurden täglich im Laufe dreier Tage vorgenommen.

13. November.

1. Bei einem jeden Aspirator sind 2 Kugelapparate mit 25 ccm $PdCl_2$-Lösung aufgestellt.
2. 25 ccm dieser Lösung enthalten 15,125 mg Pd.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren = 7,8 mm.
4. Mittlerer Barometerstand = 717,8.
5. Windrichtung und Stärke: O schwach; O schwach und O schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 0,9; des Kellers = 10,0.
7. Bodentemperatur: 1 1/2 m tief = 9,8; 3 m tief = 11,0.
8. Atmosphärische Niederschläge = 1,5 mm.

14. November.

1. wie am 13. November.
2. 25 ccm der $PdCl_2$-Lösung enthalten 18,225 mg Pd.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren = 0,8 mm.
4. Mittlerer Barometerstand = 711,7.
5. Windrichtung u. Stärke: O schwach; O schwach; NO mittelmässig.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 0,7; des Kellers = 11,2.
7. Bodentemperatur: 1 1/2 m tief = 9,5; 3 m tief = 10,9.
8 Atmosphärische Niederschläge = 1,9 mm.

15. November.

1. 2. u. 3. wie am 14. November.
4. Mittlerer Barometerstand = 709,0.
5. Windrichtung u. Stärke: SW schwach; W mittelmässig; SW mittelmässig.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 1,1; des Kellers = 10,3.
7. Bodentemperatur: $1^1/_2{}^m$ tief = 9,4; 3^m tief = 10,9.
8. Atmosphärische Niederschläge = $6,4^{mm}$.

In den nachfolgenden Tabellen sind die bei diesem Versuche erlangten Resultate und numerischen Angaben zusammengestellt.

Bodenrohr	Entfernung von der Gasquelle		
	1^m	2^m	4^m
N	9^h 45′	?	?
O	2 — 25	3^h —′	4^h 50′
S	3 — 10	5 — 10	?
W	9 — 5	?	?

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur ° C.	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10^{ccm} Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Kohlenoxydäquivalent des reducirten Pd	Kohlenoxydgehalt der Grundluft pro mille
13. November									
N_1	7470	0,5	6965,9	43,7	2,76	12,061	3,084	0,664	0,09
N_2	3887	0,6	3623,3	41,8	3,41	14,254	0,871	0,183	0,05
N_3	6236	0,5	5815,1	43,6	3,42	14,911	0,214	0,045	0,01
O_1	2053	3,0	1897,2	41,5	0,13	0,540	14,585	3,067	1,62
O_2	1977	3,2	1825,5	39,4	1,15	4,531	10,594	2,228	1,22
O_3	3127	10,6	2812,0	39,8	0,31	1,234	13,891	2,921	1,04
S_1	2646	2,1	2435,0	38,3	0,16	0,616	14,509	3,051	0,94
S_2	3782	0,6	3525,4	46,0	2,02	9,292	5,833	1,227	0,35
S_3	3695	0,6	3444,3	43,7	3,34	14,596	0,529	0,111	0,03
W_1	3875	0,5	3613,5	44,7	3,11	13,902	1,223	0,257	0,07
W_2	3962	0,6	3693,2	43,1	3,35	14,439	0,686	0,144	0,04
W_3	7019	0,6	6542,8	43,2	3,26	14,083	1,042	0,219	0,03

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur °C.	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Kohlenoxydäquivalent des reducirten Pd	Kohlenoxydgehalt der Grundluft pro mille
				14. November					
N_1	3909	1,7	3596,5	45,6	3,94	17,966	0,259	0,054	0,02
N_2	3756	2,0	3452,5	43,2	4,17	18,014	0,211	0,044	0,01
N_3	3740	1,8	3440,3	49,5	3,57	17,672	0,553	0,116	0,03
O_1	3294	1,8	3030,0	47,7	3,72	17,744	0,481	0,101	0,03
O_2	3612	1,9	3321,3	46,1	3,89	17,933	0,292	0,061	0,02
O_3	3759	11,2	3343,3	47,7	3,73	17,792	0,433	0,091	0,03
S_1	3522	1,9	3238,6	46,5	3,88	18,042	0,183	0,038	0,01
S_2	3360	1,8	3090,7	51,2	3,45	17,664	0,561	0,118	0,04
S_3	3794	1,8	3489,9	49,9	3,63	18,114	0,111	0,023	0,01
W_1	3495	1,8	3214,9	48,1	3,75	18,038	0,187	0,039	0,01
W_2	3659	1,7	3366,9	49,2	3,57	17,564	0,661	0,139	0,04
W_3	3506	1,7	3226,2	49,6	3,54	17,558	0,667	0,140	0,04
				15. November					
N_1	10530	1,6	9655,8	57,3	3,13	17,935	0,290	0,061	0,01
N_2	11261	1,6	10326,2	55,2	3,23	17,830	0,395	0,083	0,01
N_3	10547	1,5	9699,8	53,1	3,26	17,311	0,914	0,192	0,02
O_1	10813	1,5	9919,0	56,6	3,05	17,263	0,962	0,202	0,02
O_2	10203	1,6	9356,0	54,5	3,26	17,767	0,458	0,096	0,01
O_3	9840	10,3	8745,9	46,3	3,66	16,946	1,279	0,269	0,03
S_1	9313	1,5	8543,0	59,6	2,89	17,224	1,001	0,211	0,03
S_2	10358	1,6	9498,2	53,0	3,36	17,808	0,417	0,087	0,01
S_3	10002	1,6	9171,7	59,3	2,97	17,612	0,613	0,129	0,01
W_1	9984	1,5	9158,6	54,6	3,27	17,854	0,371	0,078	0,01
W_2	10695	1,6	9807,2	50,1	3,61	18,086	0,139	0,029	0,00
W_3	9770	1,5	8962,2	55,8	3,25	18,135	0,090	0,019	0,00

Die, im Verhältniss zum Leuchtgas, kleinen Mengen Kohlenoxyd, welche bei diesem Versuche in der Bodenluft aufgefunden wurden, können theilweise damit erklärt werden, dass von diesem Gase nur 1/3 der Menge in den Boden geleitet wurde, die man gewöhnlich von Leuchtgas in denselben leitete; die anderen Ursachen

dieses quantitativen Unterschiedes werden weiter unten, nach den Versuchen mit Einführung des Leuchtgases in den Boden bei einer niedrigeren Temperatur der äusseren Luft, erklärt werden. — Leider war der Winter von 1882/83 ausserordentlich mild; im December und Januar dieses Winters sank die Temperatur selten bis 2° oder 3° unter 0; dazu war auch diese geringe Kälte äusserst unbeständig und wurde von länger andauerndem Thauwetter unterbrochen. Ich konnte daher, nachdem ich bis Februar wartete, nicht mehr länger auf das Eintreten starker Fröste rechnen und musste das erste kalte Wetter zur Ausführung meiner Versuche benutzen.

Diese nachfolgenden Versuche waren im Wesentlichen den vorhergegangenen ähnlich. Ein Unterschied bestand nur darin, dass die Kugelapparate, durch welche die Luft geleitet wurde, sowie die Aspiratoren, die dieselbe aus dem Boden saugten, nicht mehr im Hofe, wo die Flüssigkeiten in denselben gefrieren könnten, sondern in einem Zimmer im Hochparterre des Instituts aufgestellt wurden. Dieses Zimmer lag gerade über dem Kellerraum I (siehe den Plan S. 217). Die eisernen Röhren, welche im Boden des Hofes waren und aus denen die Luft zur Untersuchung entnommen wurde, wurden vermittelst Glasröhren, die unter einander durch kurze Gummischläuche verbunden waren, durch in den Fensterstock gebohrte Löcher in das Zimmer geleitet und hier wiederum durch Glasröhren und Gummischläuche mit den Kugelapparaten verbunden, welche letztere ihrerseits mit den Aspiratoren verbunden waren, vermittelst deren die Luft, wie in den vorhergegangenen Versuchen, aus dem Boden gesaugt wurde.

Fünfter Versuch. Am 7. Februar 8 Uhr 57 Min. morgens begann die Einleitung des Leuchtgases in den Boden durch die Röhre *F* und dauerte bis 7 Uhr 31 Min. abends. Es sind dabei in der Zeit von 10 Stunden 34 Min. 2092 Liter Leuchtgas in den Boden gedrungen. Zu gleicher Zeit begann man auch die Luft aus dem Boden zu saugen und wiederholte dasselbe täglich im Verlaufe dreier Tage.

7. Februar.

1. Bei einem jeden Aspirator sind 2 Kugelapparate mit 30 ccm $PdCl_2$-Lösung aufgestellt.
2. 30 ccm dieser Lösung enthalten 17,49 mg Pd.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren 8,8 mm.
4. Mittlerer Barometerstand = 717,8.

5. Windrichtung und Stärke: O schwach; O schwach und O schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = —2,5; im Keller = 9,4.
7. Bodentemperatur: 1½ m tief = 3,6; 3 m tief = 6,7.
8. Atmosphärische Niederschläge = 0.

8. Februar.

1. 2. u. 3. wie am 7. Februar.
4. Mittlerer Barometerstand = 718,0.
5. Windrichtung und Stärke: O schwach; SO mittelmässig und O schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = —1,7; im Keller = 8,5
7. Bodentemperatur: 1½ m tief = 3,6; 3 m tief = 6,6.
8. Atmosphärische Niederschläge = 0,1 mm.

9. Februar.

1. 2. u. 3. wie am 7. Februar.
4. Mittlerer Barometerstand = 716,9.
5. Windrichtung und Stärke: O schwach; SO schwach; O schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = —0,2; im Keller = 8,3.
7. Bodentemperatur hat sich nicht verändert.
8. Atmosphärische Niederschläge = 0,1 mm.

Die folgenden 2 Tabellen enthalten die Resultate und Zahlenangaben dieser Versuche.

Bodenrohr	Entfernung von der Gasquelle		
	1 m	2 m	4 m
N	9 h 45′	?	?
O	2 — 45	7 h 30′	9 h —′
S	1 — 25	1 — 35	3 — 15
W	8 — 40	8 — 15	?

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur °C.	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
7. Februar									
N_1	10414	6,7	9482,4	61,2	2,54	15,545	1,945	3,497	0,37
N_2	10598	6,8	9646,4	57,2	2,86	16,359	1,131	2,031	0,21
N_3	10264	6,8	9342,4	63,5	2,62	16,637	0,853	1,531	0,16
O_1	7483	7,0	6806,2	63,3	1,35	8,546	8,944	16,057	2,36
O_2	9654	7,3	8771,5	59,7	2,57	15,343	2,147	3,855	0,44
O_3	9501	9,4	8568,3	56,7	2,94	16,670	0,820	0,471	0,17

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur °C	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd: nicht reducirt Milligr.	Pd: reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
S_1	1495	7,8	1355,9	65,0	0,62	4,030	13,460	24,165	17,82
S_2	2006	8,2	1816,8	66,1	1,00	6,010	10,880	19,533	10,75
S_3	3136	9,1	2831,1	63,6	1,07	6,805	10,685	19,183	6,77
W_1	7830	7,2	7116,8	61,3	2,53	15,509	1,981	3,557	0,50
W_2	7596	7,2	6904,1	59,5	2,39	14,221	3,269	5,869	0,85
W_3	9961	6,9	9063,4	59,7	2,81	16,775	0,715	1,283	0,14
8. Februar									
N_1	11388	6,1	10394,4	60,0	2,71	16,260	1,230	2,208	0,21
N_2	11345	6,0	10358,9	58,1	2,82	16,384	1,106	1,986	0,19
N_3	11643	6,0	10618,1	56,6	2,95	16,697	0,793	1,423	0,13
O_1	12042	6,0	10995,3	57,4	2,76	15,842	1,648	2,958	0,27
O_2	10778	6,1	9837,6	60,9	2,70	16,443	1,047	1,889	0,19
O_3	11296	8,5	10222,4	52,7	2,82	14,860	2,630	4,722	0,46
S_1	6634	6,0	6057,4	59,1	2,53	14,952	2,538	4,561	0,75
S_2	7424	5,8	6796,4	54,8	2,81	15,399	2,041	3,664	0,54
S_3	10305	5,9	9412,7	61,2	2,51	15,341	2,149	3,858	0,41
W_1	7831	6,1	7147,7	55,7	2,95	16,414	1,076	1,932	0,27
W_2	6785	6,1	6193,0	56,0	2,86	16,016	1,474	2,646	0,43
W_3	10591	6,0	9670,5	55,1	3,13	17,246	0,244	0,438	0,04
9. Februar									
N_1	11783	7,2	10696,2	58,2	2,91	16,936	0,554	0,995	0,09
N_2	11668	7,2	10591,7	58,6	2,92	17,111	0,379	0,680	0,06
N_3	11817	7,1	10730,7	57,0	2,94	16,758	0,732	1,316	0,12
O_1	11960	7,1	10860,6	56,2	2,88	16,166	1,324	2,377	0,22
O_2	11740	7,1	10660,9	55,0	2,99	16,445	1,045	1,876	0,17
O_3	11460	8,3	10362,2	50,2	3,32	16,666	0,824	1,479	0,14
S_1	10694	6,9	9717,9	56,3	2,84	15,989	1,501	2,695	0,28
S_2	11721	6,8	10655,2	58,9	2,86	16,845	0,645	1,158	0,11
S_3	11078	7,0	10063,3	61,0	2,77	16,897	0,593	1,065	0,11
W_1	11781	7,1	10698,0	53,2	3,16	16,811	0,679	1,219	0,11
W_2	11939	7,0	10845,4	54,0	3,17	17,118	0,372	0,668	0,06
W_3	10285	6,8	9349,6	57,7	3,02	17,425	0,065	0,117	0,01

Beim ersten Blick auf die Resultate dieses Versuches fällt vor allem in die Augen der ausserordentlich kleine Gehalt an Leuchtgas, den die Bodenluft jetzt, im Vergleich mit den früheren Versuchen, aufzuweisen hatte. Hauptsächlich wird aber dieser Umstand auffallend, vergleicht man diese Resultate mit denen des ersten Versuches, der im August angestellt wurde; trotzdem, dass bei demselben sogar weniger Leuchtgas in den Boden geleitet wurde als im letzten Versuche. Ferner zieht auch die Eigenthümlichkeit die Aufmerksamkeit auf sich, dass die Verbreitung des Leuchtgases im Boden eine einseitige Richtung angenommen hatte und zwar kamen die grössten Mengen desselben an den Stellen des Bodens zum Vorschein, die den Mauern des Instituts am nächsten waren, nämlich in der Richtung von O und hauptsächlich von S. Diese beiden Umstände sind im Laufe des Versuches so scharf hervorgetreten, dass sie mich anfangs zu der Befürchtung veranlassten, dass sich in der Ausführung des Versuches selbst irgend ein Fehler eingeschlichen habe, dass nämlich irgend eine Beschädigung der Kautschukverbindungen oder der Glasröhren, durch die die Bodenluft strömte, vorgefallen war; ich untersuchte daher wiederholt den ganzen Apparat, fand aber auch ein jedes Mal, dass Alles in demselben in bester Ordnung war. Diese ausschliessliche Richtung der Gasströmung gegen O und S kann man nicht mit der Windrichtung erklären, da dieselbe in dem gegebenen Falle gerade eine entgegengesetzte war; und zwar herrschte während der Dauer dieses Versuches der Wind O und theilweise SO vor, d. h. der Wind trieb den Luftzug in der Richtung nach W und NW. Als einzige Erklärung dieser Erscheinung kann nur der von Pettenkofer ausgesprochene Satz dienen, dass zur kalten Winterszeit die geheizten warmen Wohnungsräume einen beständigen Zug auf die äussere kalte Bodenluft ausüben und dieselbe durch Boden und Wände in ihr Inneres einziehen. Wenn dem so ist, so kann die vorherrschende Richtung der Leuchtgasströmung gegen S durch das in dieser Richtung im Keller des Gebäudes sich befindende Hauptcentrum der Wärme erklärt werden. Wie aus dem Plane S. 217 zu ersehen ist, befindet sich nämlich dort der Dampf-

kessel, vermittelst dessen das ganze Institutsgebäude erwärmt wird. Um mich von der ansaugenden Einwirkung der geheizten Wohnungsräume auf die Bodenluft gänzlich zu überzeugen, liess ich im Keller I in allernächster Nähe vom Dampfkesselkamine IV noch eine eiserne Röhre K_1 $^1/_2$ m tief in den Ziegelboden hineinschlagen, da man annehmen durfte, dass an dieser Stelle das Hauptcentrum des Bodenluftzuges sich befindet. Eine ebensolche Röhre K_2 wurde im anstossenden Raume III vom Dampfkessel, ebenfalls $^1/_2$ m tief in dem Boden eingeschlagen. Die Röhre K_1 befand sich in der Richtung SO und in einer Entfernung von 10 m per Luftlinie von der Centralröhre F und die Röhre K_2 in der Richtung S in einer Entfernung von 13 m per Luftlinie von derselben Centralröhre F. Aus diesen beiden Röhren sollte in dem bevorstehenden Versuche ebenfalls die Bodenluft ausgesaugt werden und nach demselben Verfahren einer Prüfung auf ihren Leuchtgasgehalt unterzogen werden.

Sechster Versuch. Die Einleitung des Leuchtgases in den Boden durch die Röhre F begann am 15. Februar um 8 Uhr 54 Minuten vormittags und dauerte bis 7 Uhr 10 Minuten abends den 16. Februar. Im Laufe dieser Zeit, nämlich 34 Stunden 16 Minuten, sind ungefähr 6655 Liter Leuchtgas in den Boden geleitet worden. Die Untersuchung der Bodenluft wiederholte sich täglich im Laufe von 4 Tagen.

15. Februar.

1. Bei einem jeden Aspirator sind 2 Kugelapparate mit 30 ccm $PdCl_2$-Lösung aufgestellt.
2. 30 ccm dieser Lösung enthalten 16,410 mg Pd.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren = 8,9 mm.
4. Mittlerer Barometerstand = 723,3.
5. Windrichtung und Stärke: S sehr schwach; S sehr schwach; SO schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 0,5; des Kellers = 7,8.
7. Atmosphärische Niederschläge = 0 mm.

16. Februar.

1. u. 3. wie am 15. Februar.
2. 30 ccm der $PdCl_2$-Lösung enthalten 20,34 mg Pd.
4. Mittlerer Barometerstand = 721,7.
5. Windrichtung u. Stärke: S schwach; SW mittelmässig; W mittelmässig.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 0,3; des Kellers = 7,2.
7. Atmosphärische Niederschläge = 2,0 mm.

17. Februar.

1. 2. u. 3. wie am 16. Februar.
4. Mittlerer Barometerstand = 722,8.

5. Windrichtung und Stärke: N schwach; NW mittelmässig; N schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 0,6; des Kellers = 7,4.
7. Atmosphärische Niederschläge = 1,4 mm.

18. Februar.

1. u. 2. wie am 17. Februar.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren = 8,8 mm.
4. Mittlerer Barometerstand = 718,5.
5. Windrichtung u. Stärke: SO schwach; O mittelmässig u. O mittelmässig.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 0,2; im Keller = 7,6.
7. Atmosphärische Niederschläge = 0,1 mm.

Die folgenden 2 Tabellen enthalten die numerischen Angaben und Resultate dieses Versuches.

Bodenrohr	Entfernung von der Gasquelle				
	1 m	2 m	3 m	10 m	13 m
N	6 h 20'	?	?	—	—
O	5 — 10	?	?	—	—
SO	—	—	—	7 h 50'	—
S	2 — 15	1 h 40'	2 h 50'	—	9 h 45'
W	5 — 30	6 — 30	9 — 20	—	—

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur ° C.	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
				15. Februar					
N_1	7188	5,8	6616,0	49,3	0,29	1,430	14,980	26,884	4,07
N_2	6633	5,9	6102,8	50,6	3,10	15,686	0,734	1,318	0,22
N_3	7976	5,5	7349,3	52,5	2,99	15,698	0,712	1,278	0,17
O_1	7072	5,7	6511,6	48,4	0,79	3,824	12,586	22,596	3,47
O_2	7830	5,5	7214,7	53,6	2,90	15,544	0,866	1,555	0,22
O_3	6278	7,8	5737,3	48,0	3,33	15,984	0,426	0,765	0,13
S_1	1740	6,8	1595,8	47,4	1,32	6,257	10,153	18,228	11,42
S_2	2150	6,7	1972,6	55,2	0,51	2,817	13,593	24,404	12,37
S_3	2315	6,7	2123,9	52,8	1,37	7,234	9,176	16,456	7,75

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator	Aspirirte Grundluft		Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd		Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
		Temperatur	Reducirtes Volumen			nicht reducirt	reducirt		
	Gramme	° C.	Cbcm.			Milligr.			
W_1	6007	5,6	5533,0	54,3	1,47	7,982	8,428	15,131	2,74
W_2	3722	5,7	3427,1	49,5	1,44	7,128	9,282	16,664	4,86
W_3	6706	6,4	6159,1	51,1	3,02	15,432	0,978	1,756	0,28
K_1	6393	9,6	5805,2	51,0	2,90	14,790	1,620	2,908	0,50
K_2	6203	15,8	5511,6	53,3	2,89	15,404	1,006	1,806	0,33
16. Februar									
N_1	1060	5,7	973,8	52,7	1,77	9,328	11,012	19,770	20,30
N_2	7540	6,6	6904,7	49,1	3,92	19,247	1,093	1,962	0,28
N_3	7883	6,5	7221,4	52,5	3,72	19,530	0,810	1,413	0,20
O_1	1982	5,6	1821,5	59,4	2,57	13,496	6,844	12,287	6,75
O_2	7540	6,7	6902,3	54,9	8,28	18,007	2,333	4,189	0,61
O_3	7619	7,2	6962,1	56,3	3,50	19,705	0,535	0,961	0,14
S_1	1149	5,6	1055,9	50,8	0,96	4,877	15,463	27,761	26,29
S_2	1011	5,5	929,5	53,9	1,14	6,145	14,195	25,476	27,41
S_3	1880	5,6	1727,7	50,7	0,74	3,752	16,588	29,601	17,13
W_1	4810	5,3	4425,3	53,0	1,71	9,063	11,277	20,246	4,58
W_2	1722	5,6	1582,4	57,8	2,28	13,178	7,252	13,019	8,23
W_3	7180	6,7	6598,3	53,4	3,68	19,651	0,689	1,237	0,19
K_1	6373	9,0	5786,3	52,2	3,46	18,061	2,279	4,091	0,71
K_2	5495	16,2	4864,9	55,2	3,49	19,265	1,075	1,930	0,39
17. Februar									
N_1	1608	5,4	1481,1	56,9	2,15	12,234	7,716	13,853	9,76
N_2	7585	6,2	6966,6	51,6	3,83	19,763	0,577	1,036	0,15
N_3	7374	5,7	6784,9	50,9	3,88	19,749	0,591	1,061	0,16
O_1	7476	6,3	6864,0	57,0	3,26	18,582	1,758	3,156	0,46
O_2	7336	6,1	6740,3	52,1	3,64	18,964	1,376	2,452	0,36
O_3	7794	7,4	7127,9	51,3	3,93	20,161	0,179	0,321	0,05
S_1	3633	5,3	3347,6	57,7	3,30	19,041	1,299	2,332	0,70
S_2	3729	5,5	3433,6	63,3	2,49	15,762	4,578	8,219	2,39
S_3	3602	5,4	3317,8	54,9	2,55	14,000	6,340	11,382	3,43

5. Windrichtung und Stärke: N schwach; NW mittelmässig; N schwach.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 0,6; des Kellers = 7,4.
7. Atmosphärische Niederschläge = 1,4 mm.

18. Februar.

1. u. 2. wie am 17. Februar.
3. Negativer Druck in den Aspiratoren = 8,8 mm.
4. Mittlerer Barometerstand = 718,5.
5. Windrichtung u. Stärke: SO schwach; O mittelmässig u. O mittelmässig.
6. Mittlere Tagestemperatur: der äusseren Luft = 0,2; im Keller = 7,6.
7. Atmosphärische Niederschläge = 0,1 mm.

Die folgenden 2 Tabellen enthalten die numerischen Angaben und Resultate dieses Versuches.

Boden-rohr	Entfernung von der Gasquelle				
	1 m	2 m	3 m	10 m	13 m
N	6 h 20'	?	?	—	—
O	5 — 10	?	?	—	—
SO	—	—	—	7 h 50'	—
S	2 — 15	1 h 40'	2 h 50'	—	9 h 45'
W	5 — 30	6 — 30	9 — 20	—	—

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft		Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd		Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
		Temperatur ° C.	Reducirtes Volumen Cbcm.			nicht reducirt Milligr.	reducirt Milligr.		
15. Februar									
N_1	7188	5,8	6616,0	49,3	0,29	1,430	14,980	26,884	4,07
N_2	6633	5,9	6102,8	50,6	3,10	15,686	0,734	1,318	0,22
N_3	7976	5,5	7349,3	52,5	2,99	15,698	0,712	1,278	0,17
O_1	7072	5,7	6511,6	48,4	0,79	3,824	12,586	22,596	3,47
O_2	7830	5,5	7214,7	53,6	2,90	15,544	0,866	1,555	0,22
O_3	6278	7,8	5737,3	48,0	3,33	15,984	0,426	0,765	0,13
S_1	1740	6,8	1595,8	47,4	1,32	6,257	10,153	18,228	11,42
S_2	2150	6,7	1972,6	55,2	0,51	2,817	13,593	24,404	12,37
S_3	2315	6,7	2123,9	52,8	1,37	7,234	9,176	16,456	7,75

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur °C.	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
W_1	6007	5,6	5533,0	54,3	1,47	7,982	8,428	15,131	2,74
W_2	3722	5,7	3427,1	49,5	1,44	7,128	9,282	16,664	4,86
W_3	6706	6,4	6159,1	51,1	3,02	15,432	0,978	1,756	0,28
K_1	6393	9,6	5805,2	51,0	2,90	14,790	1,620	2,908	0,50
K_2	6203	15,8	5511,6	53,3	2,89	15,404	1,006	1,806	0,33
16. Februar									
N_1	1060	5,7	973,8	52,7	1,77	9,328	11,012	19,770	20,30
N_2	7540	6,6	6904,7	49,1	3,92	19,247	1,093	1,962	0,28
N_3	7883	6,5	7221,4	52,5	3,72	19,530	0,810	1,413	0,20
O_1	1982	5,6	1821,5	59,4	2,57	13,496	6,844	12,287	6,75
O_2	7540	6,7	6902,3	54,9	3,28	18,007	2,333	4,189	0,61
O_3	7619	7,2	6962,1	56,3	3,50	19,705	0,535	0,961	0,14
S_1	1149	5,6	1055,9	50,8	0,96	4,877	15,463	27,761	26,29
S_2	1011	5,5	929,5	53,9	1,14	6,145	14,195	25,476	27,41
S_3	1880	5,6	1727,7	50,7	0,74	3,752	16,588	29,601	17,13
W_1	4810	5,3	4425,3	53,0	1,71	9,063	11,277	20,246	4,58
W_2	1722	5,6	1582,4	57,8	2,28	13,178	7,252	13,019	8,23
W_3	7180	6,7	6598,3	53,4	3,68	19,651	0,689	1,237	0,19
K_1	6373	9,0	5786,3	52,2	3,46	18,061	2,279	4,091	0,71
K_2	5495	16,2	4864,9	55,2	3,49	19,265	1,075	1,930	0,39
17. Februar									
N_1	1608	5,4	1481,1	56,9	2,15	12,234	7,716	13,853	9,76
N_2	7585	6,2	6966,6	51,6	3,83	19,763	0,577	1,036	0,15
N_3	7374	5,7	6784,9	50,9	3,88	19,749	0,591	1,061	0,16
O_1	7476	6,3	6864,0	57,0	3,26	18,582	1,758	3,156	0,46
O_2	7336	6,1	6740,3	52,1	3,64	18,964	1,376	2,452	0,36
O_3	7794	7,4	7127,9	51,3	3,93	20,161	0,179	0,321	0,05
S_1	3633	5,3	3347,6	57,7	3,30	19,041	1,299	2,332	0,70
S_2	3729	5,5	3433,6	63,3	2,49	15,762	4,578	8,219	2,39
S_3	3602	5,4	3317,8	54,9	2,55	14,000	6,340	11,382	3,43

Grundluft-Röhre	Wasser aus dem Aspirator Gramme	Aspirirte Grundluft: Temperatur ° C.	Aspirirte Grundluft: Reducirtes Volumen Cbcm.	Pd Lösung Cbcm.	Pd Gehalt in 10 ccm Milligr.	Pd nicht reducirt Milligr.	Pd reducirt Milligr.	Leuchtgasäquivalent des reducirten Pd	Leuchtgasgehalt der Grundluft pro mille
W_1	7551	6,2	6935,2	55,7	3,41	18,994	1,346	2,417	0,35
W_2	6210	6,1	5705,7	52,2	3,52	18,374	1,966	3,529	0,62
W_3	6941	6,2	6375,1	50,4	3,93	19,807	0,533	0,957	0,15
K_1	7401	9,4	6720,5	57,1	3,33	19,014	1,326	2,381	0,34
K_2	7307	16,7	6467,9	62,4	3,16	19,718	0,622	1,117	0,17
				18. Februar					
N_1	11714	5,1	10737,9	55,0	3,19	17,545	2,795	5,018	0,47
N_2	11723	5,4	10734,7	58,0	3,38	19,604	0,736	1,321	0,12
N_3	11950	5,3	10946,5	63,0	3,16	19,908	0,432	0,776	0,07
O_1	11944	5,4	10937,1	60,2	3,28	19,746	0,594	1,066	0,09
O_2	11649	5,2	10674,5	57,1	3,44	19,632	0,708	1,271	0,12
O_3	11665	7,6	10597,7	56,2	3,46	19,445	0,895	1,607	0,15
S_1	11184	5,1	10252,1	57,9	3,28	18,991	1,349	2,422	0,24
S_2	11752	5,0	10776,7	64,9	2,85	18,497	1,843	3,309	0,31
S_3	11057	5,2	10132,2	57,4	3,14	17,824	2,516	4,511	0,45
W_1	11952	5,4	10944,4	57,6	3,45	19,872	0,468	0,840	0,08
W_2	11942	5,0	10950,9	56,3	3,40	19,142	1,198	2,151	0,20
W_3	10991	5,2	10071,7	58,3	3,38	19,705	0,635	1,140	0,11
K_1	11745	9,2	10609,8	58,2	3,32	19,322	1,118	1,827	0,17
K_2	10944	17,2	9613,6	65,6	3,02	19,817	0,523	0,939	0,10

Um bequemer einen allgemeinen Ueberblick über die Resultate aller Versuche machen zu können und diejenigen Schlüsse zu ziehen, die bei einer vergleichenden Zusammenstellung derselben zugelassen werden können, wollen wir alle Resultate der quantitativen Bestimmung des Leuchtgas- und Kohlenoxyd-Gehaltes in der Bodenluft in eine allgemeine Tabelle gruppiren.

Leuchtgasgehalt der Bodenluft in pro mille (‰)							
Tage der Versuche	Grund-luft-Röhre	im 1. Versuche 22. August	im 2. Versuche 17. Octbr.	im 3. Versuche 25. Octbr.	im 4. Versuche mit Kohlenoxyd 13. Novbr.	im 5. Versuche 7. Febr.	im 6. Versuche 15. Febr.
1. Tag der Einleitung des Leuchtgases in den Boden	N_1	9,49	8,93	4,50	0,09	0,37	4,07
	N_2	3,78	0,54	0,44	0,05	0,21	0,22
	N_3	1,89	0,20	0,37	0,01	0,16	0,17
	O_1	15,61	3,24	14,01	1,62	2,36	3,47
	O_2	7,92	1,23	2,74	1,22	0,44	0,22
	O_3	0,42	0,41	0,36	1,04	0,17	0,13
	S_1	7,64	5,66	7,23	0,94	17,82	11,42
	S_2	4,98	7,47	5,47	0,35	10,75	12,37
	S_3	1,30	3,31	4,47	0,03	6,77	7,75
	W_1	2,96	1,70	3,14	0,07	0,50	2,74
	W_2	8,74	3,66	5,12	0,04	0,85	4,86
	W_3	0,78	0,22	0,40	0,03	0,14	0,28
	K_1	—	—	—	—	—	0,50
	K_2	—	—	—	—	—	0,33
2. Tag der Einleitung des Leuchtgases in den Boden	N_1	—	—	0,85	—	—	20,30
	N_2	—	—	0,56	—	—	0,28
	N_3	—	—	0,20	—	—	0,20
	O_1	—	—	12,52	—	—	6,75
	O_2	—	—	2,04	—	—	0,61
	O_3	—	—	0,39	—	—	0,14
	S_1	—	—	14,38	—	—	26,29
	S_2	—	—	7,91	—	—	27,41
	S_3	—	—	6,31	—	—	17,13
	W_1	—	—	2,72	—	—	4,58
	W_2	—	—	7,02	—	—	8,23
	W_3	—	—	0,22	—	—	0,19
	K_1	—	—	—	—	—	0,71
	K_2	—	—	—	—	—	0,39
1. Tag nach Beendigung der Einleitung des Leuchtgases in den Boden	N_1	109,38	6,85	1,11	0,02	0,21	9,76
	N_2	7,88	0,25	0,20	0,01	0,19	0,15
	N_3	1,50	0,41	0,07	0,03	0,13	0,16
	O_1	12,52	1,11	0,79	0,03	0,27	0,46
	O_2	26,87	0,69	1,06	0,02	0,19	0,36
	O_3	3,52	0,53	0,49	0,03	0,46	0,05
	S_1	30,43	1,58	0,97	0,01	0,57	0,70
	S_2	22,70	3,95	2,75	0,04	0,54	2,39
	S_3	7,20	3,66	2,68	0,01	0,41	3,43
	W_1	6,21	0,42	0,26	0,01	0,27	0,35
	W_2	47,17	0,56	3,06	0,04	0,43	0,62
	W_3	1,40	0,36	0,17	0,04	0,04	0,15
	K_1	—	—	—	—	—	0,34
	K_2	—	—	—	—	—	0,17

		Leuchtgasgehalt der Bodenluft in pro mille (‰)					
Tage der Versuche	Grundluft-Röhre	im 1. Versuche 22. August	im 2. Versuche 17. Octbr.	im 3. Versuche 25. Octbr.	im 4. Versuche mit Kohlenoxyd 13. Novbr.	im 5. Versuche 7. Febr.	im 6. Versuche 15. Febr.
2. Tag nach Beendigung der Einleitung des Leuchtgases in den Boden	N_1	2,08	0,24	3,20	0,01	0,09	0,47
	N_2	0,22	0,18	0,14	0,01	0,06	0,12
	N_3	0,34	0,16	0,11	0,02	0,12	0,07
	O_1	2,09	0,21	1,36	0,02	0,22	0,09
	O_2	1,51	0,18	0,75	0,01	0,17	0,12
	O_3	0,69	0,07	0,50	0,03	0,14	0,15
	S_1	4,51	0,33	1,53	0,03	0,28	0,24
	S_2	6,13	0,32	2,02	0,01	0,11	0,31
	S_3	3,60	0,56	2,14	0,01	0,11	0,45
	W_1	1,38	0,19	0,32	0,01	0,11	0,08
	W_2	4,30	0,19	0,30	0,00	0,06	0,20
	W_3	0,38	0,10	0,23	0,00	0,01	0,11
	K_1	—	—	—	—	—	0,17
	K_2	—	—	—	—	—	0,10
3. Tag nach Beendigung der Einleitung des Leuchtgases in den Boden	N_1	1,83	—	0,28	—	—	—
	N_2	0,32	—	0,18	—	—	—
	N_3	0,24	—	0,13	—	—	—
	O_1	2,66	—	0,54	—	—	—
	O_2	0,56	—	0,14	—	—	—
	O_3	0,43	—	0,28	—	—	—
	S_1	0,79	—	0,35	—	—	—
	S_2	0,84	—	0,68	—	—	—
	S_3	0,98	—	0,69	—	—	—
	W_1	0,37	—	0,23	—	—	—
	W_2	0,34	—	0,26	—	—	—
	W_3	0,19	—	0,21	—	—	—
	K_1	—	—	—	—	—	—
	K_2	—	—	—	—	—	—

Bei näherer Betrachtung dieser Tabelle fällt vor allem der bedeutende Unterschied in der allgemeinen Menge des Leuchtgases in die Augen, welche der Boden zur warmen Sommerszeit und zur verhältnissmässig kälteren Herbst- und Winterszeit in sich zurückbehält. Es zeigt sich, dass, solange die Temperatur der unteren Bodenschichten im August[1]) niedriger als die der

1) Leider kann ich nicht die für den Monat August 1882 treffenden Werthe der Bodentemperatur anführen, da zu dieser Zeit die Beobachtungen unterbrochen wurden; aber während der beiden vorausgegangenen Jahre war

oberen war, im Februar aber umgekehrt die tiefer liegenden Bodenschichten viel wärmer als die obern und die äussere Luft kälter als die des Bodens war, im Winter eine immerwährende Strömung (Ventilation) der warmen Luft aus den tieferen Schichten des Bodens in der Richtung gegen seine kältere Oberfläche stattfindet. In Folge dessen muss das in den Boden geleitete Leuchtgas, im Winter schneller aus dem Boden gegen die Oberfläche entweichen als im Sommer und im Sommer im Gegentheil, sich länger im Boden aufhalten als im Winter. Alles das wird von den vorgeführten Versuchen völlig bestätigt, wobei man nicht umhin kann zu bemerken, dass die Menge des im Boden vorgefundenen Leuchtgases sich in dem Maasse verringert, in welchem die Differenz zwischen der Temperatur der Oberfläche und der tiefer liegenden Bodenschichten kleiner wird: wird aber diese Temperaturdifferenz eine grössere und so, dass die Luft über dem Boden viel kälter als im Boden wird, so wird der Grössenunterschied des im Boden in diesem und jenem Falle vorgefundenen Leuchtgases ein ganz überraschender (vergleiche die Resultate der Versuche vom 22. August und 7. Februar). Als Beweis, dass das Leuchtgas im Winter rascher aus dem Boden verschwindet als im Sommer, dient auch der Umstand, dass zur Sommerszeit die am folgenden Tage nach einer 12stündigen Einleitung des Leuchtgases (14 bis 15 Stunden später), daselbst vorgefundene Gasmenge als eine grössere sich erwies als diejenige war, die man am Einleitungstage selbst (2—8 Stunden nach Anfang der Einleitung) vorfand; während im Winter umgekehrt sich die Leuchtgasmenge im Boden am Tage nach eingestellter Einleitung als unvergleichlich kleiner als die vom vorhergehenden Tage während der Einleitung selbst zeigte. Dieses raschere Verschwinden des Leuchtgases aus dem Boden zur Winterszeit als zur Sommerszeit wird am auffallendsten, wenn man die Resultate des 1. Versuches mit denen des 5. zusammenstellt,

---

die Bodentemperatur im Hofe des Institutes vom 22—25. August in 1,5 m Tiefe 14,6—15,1° C. in 3 m Tiefe 12,0—12,1° C. Vergleicht man damit den Gang der Bodentemperatur laufenden Jahres, so darf man mit Sicherheit annehmen, dass im Zeitraum vom 22.—25. August 1882 die Bodentemperatur $1^{1}/_{2}$ m tief nicht unter 15,1—14,6° und 3 m tief nicht über 12,0—12,1° war.

wobei es sich zeigt, dass in diesem letzten Versuche, im Winter, am folgenden Tage nachdem die Einleitung des Leuchtgases in den Boden aufgehört hatte, weniger Gas dort vorgefunden wurde als am 3. Tage des 1. Versuches im Sommer. Dass das nicht von den Schwankungen des Barometerstandes abhängig war, ist bei einer Vergleichung dieser Schwankungen mit den entsprechenden experimentellen Resultaten zu ersehen. So ist zum Beispiel im 1. Versuche (im August), am folgenden Tage nach Einleitung des Leuchtgases in den Boden, die barometrische Höhe um $3{,}2^{mm}$ gesunken, während gleichzeitig damit die an diesem Tage im Boden vorgefundene Leuchtgasmenge eine viel grössere war als am Tage vorher; im 2. Versuche (Mitte October) umgekehrt, stieg am nächsten Tage nach Einleitung des Leuchtgases die Barometerhöhe um $4{,}8^{mm}$, das an diesem Tage im Boden vorgefundene Gasquantum aber war ein viel kleineres als am Tage zuvor; im 3. Versuche (Ende October) sank am folgenden Tage, nach aufgehörter Einleitung des Leuchtgases in den Boden, die Barometerhöhe um $5{,}3^{mm}$ und die Menge des an diesem Tage im Boden vorgefundenen Leuchtgases hat sich gegen die vom vorhergehenden Tage vermindert und zwar noch in grösserem Maasse als im 2. Versuche. Dasselbe sehen wir auch im 4. Versuche mit Kohlenoxyd. Im 5. Versuche endlich (im Februar) hat sich der Barometerstand am folgenden Tage nach Einleitung des Leuchtgases in den Boden fast gar nicht verändert (er stieg nur um $0{,}2^{mm}$), während das Leuchtgas an diesem Tage fast gänzlich aus dem Boden verschwunden war.

Aus diesem Grunde scheint es mir erlaubt, den Schluss zu ziehen, dass der Austausch der Bodenluft und der äusseren Luft im Winter energischer stattfindet als im Sommer, das heisst: Im Winter ist der Boden einer viel stärkeren Ventilation ausgesetzt als im Sommer, weshalb die in den Boden eingeleiteten — oder die daraus sich entwickelnden — Gase im Sommer viel länger darin bleiben als im Winter. Die Energie dieser Ventilation der Bodenluft steht hauptsächlich unter dem Einflusse der Temperaturdifferenz zwischen der äusseren und der Bodenluft; die anderen

Factoren, wie: die Schwankungen des barometrischen Luftdruckes, die Windrichtung sowie der Feuchtigkeitsgrad des Bodens haben nur eine nebensächliche Bedeutung für die Energie dieses Processes. So gelang es mir im Sommer, noch am 3. Tage nach der Einleitung des Leuchtgases in den Boden, dort seine Anwesenheit in einer Menge von 2,66 ‰ zu constatiren, im Herbst aber in einer Menge von nur 0,69 ‰, während ich im Winter schon am 2. Tage nicht mehr als 0,28 ‰ vorfinden konnte. Ich bemerke hier beiläufig, dass man vielleicht durch diesen Umstand, nämlich durch die stärkere Ventilation der Bodenluft im Winter im Vergleich zum Sommer, auch jene Thatsache zum Theil erklären könnte, warum die Bodenluft im Winter, caeteris paribus, immer weniger Kohlensäure enthält als im Sommer. Der Einfluss, den die Schwankungen des barometrischen Druckes auf die Bewegung des Leuchtgases im Sommer ausübt, ist nur zum Theil in meinen Versuchen zu verfolgen, da alle Röhren gleich tief in den Boden eingeschlagen waren, mit Ausnahme einer einzigen (N_1), die, nicht wie die andern 2^m tief, sondern wie schon weiter oben erwähnt wurde, nur 1,17^m tief im Boden steckte; bei dieser Gelegenheit aber sehen wir auch, dass die in dieser Tiefe vorgefundenen Gasmengen bedeutende Abweichungen von dem allgemeinen Gange seiner Mengenveränderung in der Tiefe von 2^m aufzuweisen hat. Diese Abweichungen sind den Aenderungen des Barometerstandes mehr unterworfen, aber auch nur während der ersten drei Versuche, also unter der Bedingung eines schwachen Ventilationsgrades der Bodenluft. So sehen wir, dass im 1. Versuche am folgenden Tage nach Einleitung des Leuchtgases in den Boden, die Menge desselben an allen Stellen des Bodens in der Tiefe vom 2^m sich vergrössert hat, diese Vergrösserung aber zeigte sich in N_1 in einer Tiefe von 1,17^m als unverhältnissmässig stärker (von 9,49 ‰ am 22. August, auf 109,38 ‰ am 23. August). Gleichzeitig damit beobachten wir, vom 22. auf den 23. August, ein Sinken der Barometerhöhe um 3,2^{mm}, also eine Verminderung des atmosphärischen Druckes, die das Heraustreten der Bodenluft aus den unteren Schichten des Bodens gegen seine Oberfläche bedingten. Ferner wurde am folgenden Tage, den 24. August, mit

dem Steigen der barometrischen Höhe auf 4,3 mm eine entgegengesetzte Erscheinung beobachtet, nämlich eine unverhältnissmässig stärkere Verminderung der Leuchtgasmenge in N_1 im Vergleiche mit seiner allgemeinen Verminderung an den anderen Stellen des Bodens. Am 25. August blieb die Gasmenge in N_1, bei einem unbedeutenden Sinken des Barometerstandes von nur 0,4 mm, fast dieselbe wie am Tage zuvor (2,08 ‰ am 24. August und 1,83 ‰ am 25. August), während sie sich an den anderen Stellen bedeutend vermindert hat. Im 2. Versuche am nächsten Tage nach beendigter Einleitung des Leuchtgases in den Boden stieg die Barometerhöhe um 4,8 mm und zugleich damit bemerken wir auch dass die Gasmenge an diesem Tage bei N_1 sich nicht, wie im 1. Versuche vergrösserte, sondern sie verminderte sich im Vergleich zu der Leuchtgasmenge, die man am vorhergehenden Tage an derselben Stelle erhielt. Im 3. Versuche sank nach und nach der Barometerstand im Laufe von 2 Tagen, vom Tage der eingestellten Einleitung des Leuchtgases in den Boden gerechnet, um 5,3 mm und 5,4 mm: gleichzeitig damit wuchs auch beständig die in N_1 vorgefundene Gasmenge von 0,85 ‰ bis 1,11 ‰ und 3,20 ‰, während sie an den anderen Stellen des Bodens in der Tiefe von 2 m, unter dem Einflusse der Ventilation und der Diffusion sich allmählich verminderte. In den übrigen Versuchen ist es unmöglich, den Einfluss der Veränderungen des Barometerstandes auf die in N_1 vorgefundenen Gasmengen weiter zu verfolgen, denn die durch den bedeutenden Temperaturunterschied der Bodenluft und der äusseren Luft bedingte Ventilation des Bodens war zu dieser Zeit so stark, dass sie den Einfluss aller anderen Factoren deckte.

In Bezug der Abhängigkeit des Concentrationsgrades des Leuchtgases in der Bodenluft von der Dauer der Einleitung desselben in den Boden kann man auf Grund meiner Versuche nur den allgemeinen Schluss ziehen, dass im Allgemeinen die Menge des im Boden vorgefundenen Leuchtgases bei einer länger andauernden Einleitung desselben in den Boden zwar zunimmt, dass aber diese Zunahme nicht gleichmässig nach allen Richtungen sich verbreitet und dass sie nicht mit der Dauer der Einleitung proportional ist.

Was die Schnelligkeit der Verbreitung im Boden sowohl des Leuchtgases als auch der des Kohlenoxyds betrifft, so muss ich leider gestehen, dass dies — die allerschwächste Seite meiner experimentellen Arbeit ist. Schon die Methode selbst — nach der Zeit des ersten Erscheinens einer Reaction auf Leuchtgas an den verschiedenen Stellen des Bodens — diese Schnelligkeit zu bestimmen, kann weder als genaue noch als genügende Methode betrachtet werden. Bei einem vergleichenden Ueberblicke der in Bezug auf die Schnelligkeit der Verbreitung des Leuchtgases im Boden angeführten numerischen Angaben fällt vor allem die äusserste Unbeständigkeit derselben in die Augen; so dass keine Möglichkeit vorhanden ist, nur irgend welche bestimmte und genaue Schlüsse aus ihnen zu ziehen. Man kann nur sagen, dass bei meinen Versuchen im Allgemeinen diese Schnelligkeit eine nur sehr unbedeutende ist und nicht einmal 1 ^{m} pro Stunde erreicht; ferner, dass diese Schnelligkeit nicht vom Feuchtigkeitsgrade des Bodens abhängig ist und, wie es scheint, wird sie weder von der Windrichtung, noch von der Temperaturdifferenz der verschiedenen Bodenschichten beeinflusst. Man kann ferner voraussetzen, dass in den Schwankungen der Schnelligkeit der Verbreitung des Leuchtgases im Boden ein mehr oder weniger lockerer Boden, die Gasmenge, die in einer Zeiteinheit in denselben geleitet wird und die Anwesenheit einer beständigen, nach einer bestimmten Richtung vorherrschenden Strömung der Bodenluft die Hauptrolle spielt, von welchem letzteren noch später die Rede sein wird.

Was ferner den Einfluss des Windes auf die Bewegung der Bodenluft und gleichzeitig damit auf die des in den Boden geleiteten Leuchtgases resp. Kohlenoxyds betrifft, so geben meine Versuche in dieser Beziehung fast negative Resultate. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, kann man in der quantitativen Mengenvertheilung des Leuchtgases im Boden in einer Tiefe von 2 ^{m} gar keine regelmässige Uebereinstimmung mit der Windrichtung oberhalb desselben bemerken.

Es wurde schon oben erwähnt, dass im Versuche vom 7. Februar das Vorherrschen der Strömung der Bodenluft und

gleichzeitig mit ihr des in derselben enthaltenen Leuchtgases, in der Richtung gegen O und besonders gegen S, hauptsächlich die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat. Man kann aber auch nicht umhin zu bemerken, wenn man die Resultate aller Versuche aufmerksam betrachtet, dass das Vorherrschen der Bewegung des Leuchtgases nach dieser Seite mit jedem Versuche immer schärfer und schärfer hervortrat und zwar fast in dem Maasse, in welchem die Differenz zwischen der äusseren Temperatur und der Temperatur der geheizten Räume sich vergrösserte. Die Resultate des letzten 6. Versuches (15. Februar) lassen nach meiner Ueberzeugung schon gar keinen Zweifel mehr darüber aufkommen, wo die Ursache der einseitigen Richtung der Bewegung der Bodenluft und gleichzeitig mit ihr auch der des Leuchtgases während der kalten Winterszeit liegt. Die Richtung dieser Strömung wird von den in der Umgebung sich befindenden geheizten Räumen bedingt.

Der Einfluss dieser Wärmebrennpunkte, die die Bodengase an sich ziehen, erstreckt sich auf verhältnissmässig ziemlich bedeutende Entfernungen; so sieht man aus gegenwärtigen Versuchen, dass der Leuchtgasgehalt der Bodenluft aus dem warmen Kellerraume in einer Entfernung von 10^m von der Gasquelle 0,71 ‰ betrug und auf eine Entfernung von 13^m 0,39 ‰ betrug, während auf der entgegengesetzten Seite, in einer Entfernung von 4^m von der Gasquelle der Gehalt der Bodenluft an Leuchtgas nicht 0,19 ‰ — 0,20 ‰ überstieg. Die von Pettenkofer ausgesprochene Ansicht von der ansaugenden Wirkung der geheizten Wohnräume während des Winters auf die umgebende Bodenluft kann daher durch die Resultate dieser Versuche als bewiesen betrachtet werden und glaube ich daher folgende These aussprechen zu dürfen:

Es existirt im Winter, unter dem Einflusse der Temperaturdifferenz der äusseren Luft und der Keller- und Wohnungsluft ungeachtet der stärkeren Ventilation des Bodens zu dieser Jahreszeit, immer eine mehr oder minder starke Strömung der Bodenluft in der Richtung der geheizten Räume.

Was endlich die Anwendbarkeit dieser Untersuchungen zur Lösung einiger praktischen Fragen, die die Beseitigung der schädlichen Wirkung des Leuchtgases auf die Bewohner der Parterre-Wohnungen zum Zwecke haben, betrifft, so stossen wir dabei vor allem auf die Frage nach dem Giftigkeitsgrade des Leuchtgases, eo ipso nach dem des Kohlenoxyds. Eine Antwort auf diese letzte Frage gibt uns die vortreffliche Arbeit von Herrn Dr. Gruber[1]), in welcher auf Grund genauer experimenteller Untersuchungen, welche an Thieren und Menschen vorgenommen wurden, die Giftigkeitsgrenze des Kohlenoxyds angegeben ist, nämlich dasjenige Minimalquantum, welches die Luft enthalten muss, um eine sichtbar schädliche Wirkung auf thierische Organismen, die diese Luft einathmen zu haben. Dieses Quantum liegt in den Grenzen zwischen 0,6 ‰ und 0,7 ‰. Ist daher der Gehalt des Leuchtgases an Kohlenoxyd bekannt, so ist es auch nicht schwer, dasjenige Quantum Leuchtgas auszurechnen, welches die Luft ohne Schaden für die Menschen enthalten darf.

Das hiesige Leuchtgas enthält nach den Analysen von Bunte nahezu 10 Procent Kohlenoxydgas. Hiernach fängt eine Luft, welche 6 bis 7 pro mille Leuchtgas enthält, schon an, toxisch zu wirken. Steigt der Leuchtgasgehalt auf 5 bis 6 Procent, so vermag sie selbst tödtlich zu wirken. Legen wir diesen Maassstab an die Resultate unserer Versuche an, so finden wir, dass die Menge des Leuchtgases in der Bodenluft, in einer Entfernung von 2^{m} von der Gasquelle im Winter nirgends die Grenze der Giftigkeit erreicht hat mit Ausnahme derjenigen Stellen, die sich in der Richtung des geheizten Kellers befanden. Man kann jedoch aus diesem noch nicht den geraden Schluss ziehen, dass die Bodenluft aus den Stellen, die sich über 2^{m} weit von der Gasquelle befinden, schon immer unschädlich sei, da ja der Concentrationsgrad des Leuchtgases in dieser Luft, bei sonst gleichen Bedingungen, immer auch von derjenigen Menge desselben ab-

1) Dr. Max Gruber, Ueber den Nachweis und die Giftigkeit des Kohlenoxyds und sein Vorkommen in Wohnräumen. Sitzungsberichte der mathem.-physic. Klasse der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München (1881) Heft 1 S. 209.

hängig sein wird, die in einer Zeiteinheit entweder absichtlich in den Boden geleitet wird oder aus einer zersprungenen Gasleitungsröhre von selbst ausströmt. Diese Abhängigkeit des Concentrationsgrades des Leuchtgases in der Bodenluft von der Dimension der Oeffnung, durch welche es in den Boden einströmt, konnte ich in meinen Versuchen nicht verfolgen, da ich zur Einleitung des Leuchtgases in den Boden mich immer einer und derselben Röhre mit einer und derselben Oeffnung im Hahne bediente. Während es sehr wichtig wäre, diese Abhängigkeit genau zu kennen, um die praktisch sehr wichtige Frage beantworten zu können, in welcher Entfernung von den Häusern und in welcher Tiefe im Boden die Gasleitungsröhren gelegt werden müssen, um im Falle ihrer Beschädigung keine schädliche Wirkung auf die Bewohner der Häuser zu haben. Zu diesem Zwecke müsste man eine ganze Reihe neuer Versuche anstellen, die ausschliesslich nur dieses Ziel im Auge hätten. Die Lösung dieser Frage aber lag ausserhalb des Rahmens der gegenwärtigen Untersuchung, die nur darauf gerichtet war, zu entscheiden, ob das in den Boden ausströmende Leuchtgas im Winter in grösserer Menge nach den bewohnten Räumen zieht als im Sommer.

Zum Schluss halte ich es für meine angenehme Pflicht, dem Herrn Geheimrath Max von Pettenkofer für seine Rathschläge bei Ausführung dieser Arbeit, sowie für die mir zu Theil gewordene freundliche Aufnahme im hiesigen hygienischen Institute meinen innigsten Dank auszusprechen, ebenso danke ich seinen Herren Assistenten, Herrn Dr. Renk, Herrn Dr. Soyka und Herrn Dr. Emmerich für das Interesse, welches sie dem Gange meiner Arbeit geschenkt haben.

München, den 30. April 1883.

Leuchtgasvergiftung nach Bruch des Strassenrohrs.

Von

Dr. S. Wolffberg,

Privatdocent in Bonn.

Im Hause No. 2 der Strasse Am Johanniskreuz (eines chaussirten Seitenweges der Kölner Chaussee in Bonn) wurden zwei Zimmer zu ebener Erde von der Wittwe N. und zwei jungen Männern im Alter von 21 und 17 Jahren bewohnt. Die Zimmer liegen strassenwärts, das eine (A) ist zweifensterig, das andere (B) einfensterig, beide durch eine Thüre verbunden. Dieser Theil des Hauses ist nicht unterkellert. Ferner liegt strassenwärts ein anderes grösseres Zimmer, in welches man gegenüber den ersterwähnten von der andern Seite des Corridors eintritt. Diese andere Seite des Hauses ist unterkellert. Zu dem zuletzt erwähnten Zimmer (C) führt von dem im Strassenkörper befindlichen Gasrohr eine Seitenleitung, die aber nicht benutzt und am Fussboden dicht abgeschlossen ist; im übrigen Hause sind Gasröhren nicht vorhanden. Im Zimmer C steht in der Nähe der Gasrohrmündung das Bett für die Kinder des Wirthes.

In der Nacht vom 17. zum 18. Juni erwachen die Kinder unter heftigem Uebelbefinden; das eine hat stark und wiederholt erbrochen. Die zur Stelle gerufenen Eltern nehmen einen deutlichen Gasgeruch wahr und schaffen das Bett in ein nach hinten belegenes Zimmer, in welchem die Kinder sich bald erholen. Am nächsten Morgen bemerkt man im ganzen Hause Gasgeruch. Da die Bewohner der Zimmer A und B sich nicht zu rechter Zeit zur Arbeit begeben, die Zimmer vielmehr auffallend lange verschlossen bleiben, so dringt man nach Eröffnung der Aussenläden und Zertrümmerung einiger Fensterscheiben von aussen ein, gelangt aber vor unerträglichem Gasgeruch kaum vorwärts um die Thür zu öffnen und zu lüften. Sodann werden die drei Zimmerbewohner ins Freie getragen. Der sofort herbeigerufene Arzt findet den jüngeren von Haus aus schwächlichen Mann, welcher mit dem anderen in einem Bette im Zimmer B geschlafen hatte, todt; es gelingt dem Arzte, den älteren, sowie

die Frau N., welche im Zimmer A geschlafen hatte, soweit wieder herzustellen, dass sie in die medicinische Klinik gebracht werden konnten [1]). Beide sind nach acht, resp. vierzehn Tagen entlassen worden. Die Frau war weniger schwer erkrankt, obwohl gerade nach A, wie sich später zeigte, die stärkste Gasausströmung erfolgt war, — weil eine zerbrochene Fensterscheibe dem Gase theilweisen Ausgang gewährt hatte. — Auch im Zimmer C war der Gasgeruch am Morgen sehr beträchtlich. Hier befand sich über der Thür ein Vogelbauer mit einem Pärchen. Das brütende Weibchen war gesund geblieben, das Männchen fand man todt vor.

Es konnte keinem Zweifel unterliegen, dass diese Leuchtgasvergiftungen nicht etwa durch Ausströmung aus dem Rohr des Zimmers C, welches vollkommen gedichtet war, sondern durch einen Bruch des Strassenrohres veranlasst waren. In dieser Strasse ist vor Kurzem erst ein Abwasserkanal fiscalischerseits angelegt worden, unzweckmässigerweise ziemlich genau unterhalb dem Gasrohre. Nachgrabungen führten in einer Entfernung von etwa 3 ^{m} (Luftlinie) von der Hausthüre zu einer Bruchstelle des in einer Tiefe von 1 ^{m} laufenden Gasrohrs, unter welchem der Erdboden durch den Kanalbau sehr gelockert war. Das Gasrohr hat ein Lumen von etwa 10 ^{cm}; es war vollständig durchgebrochen. Die Bruchstelle zeigte noch keine Oxydationsspuren, so dass nach Versicherung unseres Herrn Stadtbaumeisters, dem ich diese Angaben verdanke, der Riss sehr frisch, wahrscheinlich am Abend vor dem Unglück enstanden war.

Die Strasse ist sehr sorgfältig chaussirt und gegen die Oberfläche beinahe absolut gedichtet. Ich bin überzeugt, dass die Luftpermeabilität eines solchen Strassenkörpers viel geringfügiger ist, als man oft anzunehmen geneigt scheint. Eine einfache Strassenpflasterung zwar, die aus grösseren, aneinandergefügten Steinen hergestellt wird, ist ohne Frage für Wasser und Luft durchgängig. In den chaussirten und macadamisirten Theilen ist aber bis auf eine Tiefe von ca. 0,5 ^{m} durch Sand und Kies und wiederholt gewalzten Basaltschrot, dessen Lücken wiederum mit Sand und aufgesiebten Lehm, welche unter starkem Druck von hundert Centnern und darüber in die Strasse eingepresst werden, sich ausfüllen, eine erhebliche Verminderung der Permeabilität bewirkt. Hiermit wird natürlich keineswegs bestritten, dass auch der so chaussirte Boden noch mässig lufthaltig sein könne. Aber für die Permeabilität ist ja nicht allein die Grösse

---

1) Ueber die in mancher Beziehung eigenthümlichen klinischen Beobachtungen an diesen Kranken haben Herr Prof. Rühle, sowie Herr Dr. Menche in der Sitzung des niederrheinischen Vereins für Natur- und Heilkunde am 25. Juni Mittheilungen gemacht. — Herr Geh.-R. Rühle überliess mir freundlichst, den Unglücksfall vom hygienischen Gesichtspunkte aus zu besprechen.

des Gesammtluftgehaltes, das Gesammtvolumen der Poren maassgebend, sondern in hohem Maasse die Weite der Poren. Bei sehr engen Poren erhöht sich unter Umständen der Reibungswiderstand bis zur fast vollständigen Aufhebung des Luftwechsels. Wie Dr. Renk in Pettenkofer's Laboratorium auf Grund von genauen Versuchen gezeigt hat, bedingt die verschiedene Weite der Poren bei gleichem Gesammtvolumen so bedeutende Differenzen, dass die geförderten Luftmengen um das Zwanzigtausendfache variiren können [1]).

In unserem Falle zeigte sich nun bei der Untersuchung des Erdreichs, dass keine weitere offene Verbindung zwischen der Stelle des Rohrbruchs und den Wohnräumen statthatte; sondern in der Umgebung des Rohres fand sich überall der Boden mit Leuchtgas erfüllt, welches sich nach allen Richtungen durch das unterhalb der Chaussirung sehr lockere Material verbreitete. Am lockersten und also der Durchströmung des Gases am zugänglichsten war der Boden sowohl in verticaler Richtung nach unten als auch seitwärts und schräge aufwärts. Dass gegenüber dem inficirten Hause, auf der andern Seite der engen Strasse, Gärten liegen, dies hat hier wenigstens ein Unglück unmöglich gemacht. Sehr locker und durchgängig war der Boden in der Richtung zum Zimmer A. Unter A und B stehen die Grundmauern ohne Kellerbau in dem sehr porösen Erdreich, durch welches das Gas ohne Widerstand sich verbreitete und durch das (zum Theil vermoderte) Balkenwerk und die Dielen leichten Zugang zu den Zimmern fand. Geringer mag die Gasmenge gewesen sein, welche von der Rohrbruchstelle aus etwas abwärts durch die Kellermauern, das Gewölbe und den Fussboden von C ihren Weg nahm.

Solche Vergiftungsfälle wie der oben beschriebene sind in neuerer Zeit nicht selten beobachtet worden. Pettenkofer benutzte dieselben zuerst als eines der Beweismaterialien für die Permeabilität des Untergrundes. In Pettenkofer's populären Vorträgen [2]) ist ein Fall aus München (Januar 1854) und einer aus Augsburg (December 1859) beschrieben. Dr. Jacobs hat eine hierher gehörige Beobachtung (Februar 1870, Eupen) [3]) in der Berliner Klin. Wochenschrift 1874 S. 322, Dr. Wesche in Bernburg einen dem unsrigen mehr ähnlichen Fall (März 1875)

1) Renk, Ueber die Permeabilität des Bodens für Luft. Ztschr. f. Biol. Bd. 15 (1879) S. 226.

2) Erstes Heft. Vierter Abdruck (1877) S. 111, 114.

3) Eigentlich nicht genau hierher gehörig. Denn »aus der Oeffnung des Strassenrohrs strömte das Gas durch einen alten Abzugskanal in den Keller des ca. 50 Schritt von dem Rohr entfernten Hauses und vom Keller in das über demselben im Erdgeschosse befindliche Wohn- und Schlafzimmer der Eheleute M.« Jacobs fügt hinzu: »Es muss bemerkt werden, dass seit vielen Jahren keine so starke und andauernde Kälte wie vom 6.—14. Februar geherrscht hatte, und dass dadurch das Ausströmen des Gases nach der Erdoberfläche erschwert war.«

in Eulenberg's Vierteljahresschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen 1876 S. 276 veröffentlicht. Sehr interessante Beobachtungen und Studien über Leuchtgasvergiftungen verdanken wir schliesslich den Herren Biefel und Poleck (Breslau)[1].

Was unseren Fall vor den bisher in der Literatur bekannt gewordenen auszeichnet, ist der Umstand, dass er sich in der warmen Jahreszeit ereignet hat. Hierüber sagt Pettenkofer »Diese Art Unglücksfälle ereignen sich meines Wissens nur im Winter; mir sind wohl Unglücksfälle im Sommer bekannt, aber nur, wenn im Hause selbst Gasbeleuchtung war und die Undichtigkeit an der Leitung im Hause selbst sich befand. Solche Fälle, in denen das Gas von der Strasse allein ins Haus kommen konnte, ist mir kein einziger aus den Monaten bekannt, in denen die Wohnzimmer nicht mehr geheizt werden. Meine Erfahrung stimmt auch mit der Anderer überein[2].«

Pettenkofer hält übrigens den gefrorenen Boden nicht für dichter als den nicht gefrorenen; er erklärt die Unglücksfälle durch die überwiegende Einströmung der Bodenluft (und des Gases) in die durch die Heizung erwärmten Wohnräume, welche wie geheizte Kamine wirken (a. a. O. 88 ff.)

Inzwischen ist in Pettenkofer's Laboratorium doch die Abnahme der Permeabilität des Bodens durch das Gefrieren über Erwarten bedeutend gefunden worden[3], und so wenig bezweifelt werden kann, dass die höhere Temperatur der Wohnräume das Eindringen von Bodenluft begünstigen müsse, so wird dies um so eher statthaben, wenn die obersten Schichten des Strassenkörpers relativ impermeabel geworden, sei es durch die Aufnahme von Wasser, welches durch Gefrieren erstarrt und unbeweglich gemacht ist, sei es durch sorgfältige Macadamisirung. In unserem Falle kann die sog. aspirirende Kraft wärmerer Zimmer kaum in Betracht kommen, da B und C gar nicht, A nur bis mittags zu Küchenzwecken geheizt war, so dass in jener warmen Sommernacht die Differenz der Temperaturen in den oberen Bodenschichten und der Aussenluft einerseits und der Zimmerluft anderseits sicherlich nur unbeträchtlich gewesen ist[4].

Dass derartige Unglücksfälle vorwaltend im Winter vorkommen, erklärt sich wohl vorzüglich aus der grösseren relativen Dichtheit des gefrorenen Bodens sowie auch aus der stärkeren Aspirationswirkung der relativ wärmeren Wohnräume. Wo aber die Strassen durch Macadamisirung gedichtet sind, können, wie unser Fall lehrt, Vergiftungen durch Leuchtgas nach Bruch eines Strassenrohres auch im Sommer eintreten.

---

1) s. Ztschr. f. Biol. Bd. 16 (1880) S. 279 (insbesondere S. 311 ff.).
2) a. a. O. S. 88.
3) Vgl. Renk a. a. O. S. 238.
4) Die Temperatur bewegte sich zwischen einem Minimum von 6,5° und einem Maximum von 18,8° C.

Uebrigens scheinen die Grundmauern der Häuser nicht immer für Gas durchgängig zu sein; alles hängt hier begreiflicherweise von dem Material und von der Construction ab. Der Director unserer städtischen Gasanstalt theilte mir aus seiner Erfahrung einen hierfür bemerkenswerthen Fall mit. Bei Aufgrabungen einer Strasse, in welche an die Stelle älterer Röhren neue gelegt werden sollten, fand man das Erdreich unterhalb der macadamisirten Oberfläche ausserordentlich mit Gas imprägnirt und vollkommen schwarz gefärbt. Hier waren die Röhren an mehreren Verbindungsstellen undicht gewesen, und nachträglich konnte man erfahren, dass den Anwohnern der Strasse seit Jahren bisweilen Gasgeruch bemerkbar geworden war, angeblich besonders nach lang anhaltender Dürre. Nur die eine Seite der Strasse ist mit Häusern bebaut. Da hier früher ein Graben sich befand, so sind die Fundamente bis in grosse Tiefe mit Sorgfalt errichtet und scheinen dem Eindringen des Leuchtgases Widerstand geleistet zu haben; denn in den Häusern ist weder im Sommer noch im Winter irgend ein verdächtiger Fall vorgekommen.

In einer anderen Beobachtung hatte das aus einer undichten Stelle des Strassenrohrs austretende Gas längs des etwas ansteigenden Rohrs sich verbreitet, ohne zur Oberfläche der macadamisirten Strasse, noch auch in die nächsten Häuser zu gelangen, obwohl Gasleitungen zu den letzteren führten. Da diese Seitenrohre aber mit sorgfältig wieder gedichtetem Boden umgeben waren, so gelangte das Gas erst in beträchtlicher Entfernung in den Kellerraum des achten Hauses (von der Bruchstelle aus gezählt), in dessen Nachbarschaft, wie sich herausstellte, der Boden bei weitem mehr gelockert und dessen Kellermauern nicht hinlänglich gedichtet waren. —

Das s p e c i e l l e Interesse, welches alle diese Fälle bieten, ist in der fatalen Zugabe zu finden, welche die Einrichtungen der menschlichen Cultur so oft verunstaltet. Kein Fortschritt auf dem Wege der Civilisation ohne neue Gefahren! Wachsamen Auges soll die Hygiene allen neuen Errungenschaften folgen, um die Schattenseiten derselben nicht überblenden zu lassen. Reine Befriedigung kann uns erst erfüllen, wenn alle Quellen des Verderbens, welche unsern Cultureinrichtungen entfliessen, verstopft sind. Auch die Brüche von Gasleitungsröhren müssen sich verhüten lassen. Obgleich es nicht unseres Amtes ist, genauer auf die technischen Cautelen einzugehen, müssen wir doch dringend fordern, dass alle Maassregeln beachtet werden, welche Erfahrung und Technik anzuwenden gelehrt haben. Vor Allem erscheint es nöthig, in unserer Zeit der fast unaufhörlichen Erdarbeiten neuere Anlagen nur unter genauer und sorgfältiger Erwägung der durch ältere Gasrohrleitungen gebotenen Rücksichten vorzunehmen. Stets soll man auf eine gleichmässige Dichtung des

Bodens unterhalb der Gasrohre, resp. auf eine hinlängliche Stütze der letzteren bedacht sein. —

Von ausserordentlicher Wichtigkeit ist das allgemeinere Interesse, welches Vorkommnisse wie das oben beschriebene bieten, indem sie an evidenten Beispielen zeigen, in welcher Abhängigkeit unsere Gesundheit von der Luft im Boden sich befindet. Die Communication der Athemluft mit der Luft im Boden, welche hier so plötzlich und gewaltig gewirkt hat, mag in andern Fällen langsam, fast unmerklich wirken, der Gesundheit aber oft erheblichen Schaden zufügen [1]). Nach Pettenkofer's Vorgang ist auf die Verunreinigung des Bodens und demgemäss unserer Athemluft durch Producte der Fäulniss und Verwesung von Abfallstoffen, welche an allen bewohnten Stätten den Boden in ausserordentlichen Mengen erfüllen, oft hingewiesen und dargethan worden, dass insbesondere alle Gruben und Senken Quellen des Uebels sind, und dass nur durch eine geordnete Kanalisation diese Fäulnissherde aus unserer unmittelbaren Umgebung und damit zahlreiche Wurzeln von Krankheiten ausgerottet werden können [2]).

1) Bekanntlich hat J. Forster (s. Ztschr. f. Biol. Bd. 11 (1875) S. 392) für einen speciellen Fall von Kohlensäureanhäufung in der Keller- (Grund-) Luft nachgewiesen, dass (ohne jegliche Temperaturdifferenzen oder andere besonders hervorragende Ursachen für Luftströmungen zwischen Boden und Wohnräumen) die Luft im zweiten Stockwerke eines freistehenden Wohnhauses noch zu 2—3% aus Bodenluft bestand!

2) Ueber eine Methode, neu zu bauende Wohnhäuser durch Lehm und Asphalt von der Bodenluft unabhängig zu machen, vgl. Port, Zur Aetiologie des Abdominaltyphus. Aerztliches Intelligenzblatt (München 1880) Nr. 17—19.

Bemerkung.

Aus der Mittheilung des Herrn Dr. Wolffberg zieht vielleicht mancher Leser den Schluss, dass die Vergiftungen im Hause nicht erfolgt wären, wenn die Strasse nicht makadamisirt gewesen wäre. Aus dem gebrochenen 10 Centimeterrohre war die Gasausströmung jedenfalls eine so bedeutende, dass es nach meiner Ansicht nicht viel geändert hätte, wenn die Strassenoberfläche etwas durchlässiger gewesen wäre. Darüber, dass die Verbreitung von Leuchtgas im Boden im Winter eine wesentlich andere als im Sommer ist, verweise ich auf die oben mitgetheilten Untersuchungen von Welitschkowsky.

Max v. Pettenkofer.

Grundwasser und Bodenfeuchtigkeit.

Von

Prof. Fr. Hofmann.

Die hygienische Bedeutung, welche dem Wasser im Erdboden zukommt, wird nach zwei Richtungen zu beachten sein. Einmal ist die Anwesenheit einer bestimmten Wassermenge erforderlich, um überhaupt Zersetzungsvorgänge einzuleiten, sowie die Entwicklung und Vermehrung organisirter Gebilde zu ermöglichen, und zweitens vermag das Wasser direct als Transportmittel zu dienen, welches Keime und schädliche Stoffe auf weite Strecken seitlich oder in die Tiefe des Bodens verbreitet.

In welchem Umfange dem Wasser die eine oder andere Rolle zufällt, ist eine Frage, die gegenwärtig um so mehr Interesse bietet, als unsere Anschauungen über das Wesen und die Verbreitung von Infectionskrankheiten auf ungleich gesicherterer Grundlage stehen wie früher.

Das viel geahnte und viel gesuchte x ist für eine Anzahl von Krankheiten gefunden. Insbesondere vermochte der fruchtbare Gedanke von R. Koch, die pathogenen Pilze auf festem Nährboden zu züchten, auch da unzweideutige Resultate zu vermitteln, wo früher nur Analogien oder logische Schlussfolgerungen als die Vorläufer der jetzt gefundenen Thatsachen erstehen konnten.

Das Mikroskop lässt die Keime im erkrankten Körper erkennen, das Culturglas vermag sie in völliger Reinheit und mit allen ihren, den Körper typisch schädigenden Eigenschaften zu isoliren und zu vermehren, kurz das gefundene x, die Krankheitskeime, sind Versuchsobjecte geworden.

Festgestellt ist, dass verschiedene dieser Gebilde in dem Zustande der Dauersporen eine hervorragende Widerstandsfähigkeit

gegen äussere Agentien besitzen, und es erscheint die Möglichkeit ihrer Verbreitung im Erdboden, sowie ihr Uebergang in das Grundwasser gegenwärtig nicht unwesentlich gehoben. Denn Körperchen von solcher Feinheit und geschützt durch hohe Lebenszähigkeit können durch die verhältnissmässig weiten Zwischenräume des Bodens gespült werden, zum Trinkwasser gelangen, mit welchem sie, in die günstigeren Entwicklungsbedingungen des Körpers gebracht, zu dessen Infection führen.

Dass ein solcher Weg möglich ist, wird niemand bestreiten können, und selbst die Gegner der sog. Trinkwassertheorie, wie z. B. v. Pettenkofer, Nägeli u. a. m., die auf Grund streng kritischer Beobachtungen den Gefahren der Infection durch Trinkwasser kaum eine Berechtigung zuschreiben, halten diese Art der Verbreitung in Einzelfällen wenigstens für gegeben oder denkbar. Allerdings sind nach Nägeli[1]) diese Ausnahmefälle so selten zu erwarten, dass man mit hundert Mal mehr Recht und Erfolg die Enthaltung vom Eisenbahnfahren als Prophylaxe gegen Körperverletzungen empfehlen dürfte.

Solchen extremen Anschauungen gegenüber stehen zahlreiche Angaben der Trinkwasserliteratur, nach welchen die Infection des Trinkwassers wieder als so selbstverständlich angesehen wird, dass es zur Erklärung von Massenerkrankungen in einzelnen Häusern oder Quartieren genügend erscheint, wenn z. B. nur nachgewiesen ist, dass inficirende Typhusstühle oder Choleradejectionen in schlecht gemauerte Abortsgruben oder auf Düngerhaufen gebracht wurden.

Auch die Friedhofsgefahren werden der Versenkung inficirter Leichen zugeschrieben, von welchen die Weiterspülung der Keime nach dem Grundwasser und in nahe und entfernte Brunnen geschieht.

Dass sich Gegner wie Vertheidiger der Trinkwasserinfection so schwer verständigen, liegt zum Theil gewiss darin, dass man bisher viel zu wenig Erwägungen daran knüpfte, unter welchen speciellen Bedingungen überhaupt ein solcher Trans-

1) C. v. Nägeli, Die niederen Pilze etc. (München, R. Oldenbourg.) S. 132.

port der Keime durch die oft viele Meter mächtigen Erdschichten erfolgen kann.

Sind Infectionsstoffe auf die Oberfläche eines porösen Bodens gebracht, so werden sie zunächst in demselben genügend Raum zu ihrer Verbreitung finden. Der poröse Boden hat im dichtesten Zustande ca. 25 Vol.-Proc., in den meisten Fällen 33 bis zu 55 Vol.-Proc. freie Zwischenräume. In jedem Cubikmeter Erdreich wird also bei durchschnittlich 33 Vol.-Proc. das sehr beträchtliche Volumen von 333 Liter als freie Lagerungsplätze und Durchgangsstrassen für Verunreinigungen und Organismen vorhanden sein.

Erwägt man, welche Vorsichtsmassregeln und Umsicht erforderlich sind, um die Aussaat von pathogenen Pilzen überhaupt zur Entwicklung und Vermehrung zu bringen, wie Aenderungen der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Beschaffenheit des Nährsubstrates oder die Anwesenheit von anderen Mikroorganismen das Misslingen der Cultur fast häufiger als das Gelingen machen, so wird man nicht verkennen, dass der Kampf des Menschen gegen pathogene Pilze durch weitgehende und in Zukunft vielleicht mehr beherrschbare Aussenbedingungen unterstützt wird.

Nägeli hat gewiss Recht, dass die pathogenen Pilze in den weiten Räumen des Bodens mit den schon eingenisteten und lebenskräftigen Fäulnisspilzen einen schweren Kampf um ihr Dasein zu bestehen haben, indem sie, in der Minderzahl befindlich, sich den neuen Ortsbedingungen, anderen Temperaturen und Nährlösungen anpassen müssen.

Nehmen wir jedoch an, dass die Krankheitskeime von den obersten Lagen des Bodens nicht festgehalten werden, in der aufgezwungenen Concurrenz mit den anderen Bodenpilzen nicht zu Grunde gehen, sondern in dem Zustande von Dauersporen und Bacillen einen für sie günstigen Entwicklungsort finden, so wird die weitere Verbreitung im Erdreiche und Ueberführung bis zum Trinkwasser erfolgen können:

a) Durch fortschreitendes Flächenwachsthum, bei welchem pathogene Pilzrasen von Sandkorn zu Sandkorn sich ausbreiten und schliesslich bis zur Tiefe des Grundwassers wuchern, oder

b) auf rein mechanischem Wege, wobei sie vom eindringenden Regen- oder dem aus Schleussen und Abortsanlagen dringenden Sickerwasser weitergespült werden.

Auch unter vortheilhaften Culturbedingungen geht das Fortwuchern der Pilze im Erdboden von einigen Punkten oder Heerden aus auffallend langsam vor sich. Man kann sich hievon durch einen einfachen Versuch überzeugen:

Füllt man ein sehr weites Standgefäss von hellem Glase mit reinem weissen Sande, dem vorher einzelne farbstoffbildende Pilze beigemischt wurden, und tränkt den Sand mit ausgekochten Nährlösungen, so lässt sich an den Wandschichten des Glasgefässes sichtbar verfolgen, dass Wochen vergehen, bis die Pilzrasen Flächen von wenigen Centimeter Umfang bekleiden.

Es kann dies nicht auffallen, wenn man bedenkt, um welche Bodenflächen es sich hierbei handelt, und dass das Wachsthum der Pilze innerhalb der Hohlräume von Kornfläche zu Kornfläche erfolgen muss. Ermittelt man für eine Erdprobe mit Hülfe des Knop'schen Siebsatzes die vorhandenen Korngrössen, so berechnet sich, unter der zulässigen Annahme, dass die Sande und Kiese durchschnittlich rundliche Gestaltung besitzen, diejenige Oberfläche, welche von den pathogenen Pilzrasen bedeckt werden müssen. Für zwei Erdproben aus dem Leipziger Untergrunde ergab sich, dass die Oberfläche der Sandkörnchen in einem einzigen Cubikmeter Erde

Probe I 6360^{qm}
Probe II 9027^{qm}

betrug, wobei in diesem Falle die sehr bedeutende Oberfläche aller der Sandkörner und Erdtheilchen, welche einen geringeren Durchmesser als $0{,}5^{mm}$ besassen, nicht eingerechnet wurde.

In den Schichten des Erdbodens von 2 und mehr Meter Tiefe wird die Oberflächenausbreitung ferner desshalb sehr verzögert, weil die günstigen Temperaturen fehlen. Selbst die Vermehrung der Fäulnisskeime wird durch die Mitteltemperatur des Erdbodens von ca. 7—8° C. ungemein aufgehalten, wie insbesondere die Ergebnisse bei Leichenausgrabungen aus grösserer oder geringerer Tiefe bewiesen.

Ueber die Temperaturen in den verschiedenen Tiefen des Erdbodens liegen zahlreiche Beobachtungen vor. Ist für die Pilze festgestellt, in welchem Umfange ihr Wachsthum qualitativ und quantitativ von gegebenen Temperaturgraden beeinflusst wird, so lassen sich directe Schlussfolgerungen über ihr Verhalten im Erdboden aus den bekannten Bodentemperaturen ableiten. Aber in den günstigsten Fällen wird es Monate- und Jahrelang dauern, bis Pilzculturen durch einfaches Flächenwachsthum z. B. in 3^{m} Tiefe gelangen und viele Tausend Quadratmeter Boden bedeckt haben.

Es wird somit, abgesehen von Luftströmungen, das in den Erdboden einsinkende Wasser als das wesentlichste Transportmittel für Keime anzusehen sein. Eine genauere Kenntniss über seine Menge und Bewegung ist aber auch aus anderen Gründen wünschenswerth.

In zahlreichen Fällen wurde von Pettenkofer darauf hingewiesen, dass ein bestimmter Durchfeuchtungszustand für die Entwicklung der Keime nothwendig ist. Nägeli[1]) legte den Einfluss wechselnder Durchfeuchtung auf die Vegetationen im Erdboden näher dar, indem er zeigt, dass ein geringer Wassergehalt die Entwicklung der Schimmelpilze begünstigt, während Spaltpilze verkümmern und zu Grunde gehen.

In Uebereinstimmung damit beobachtete ich wiederholt, dass Kinderleichen, welche in die oberflächlichen und desshalb zur Sommerzeit leichter trocknenden Schichten der Kindergräber beerdigt waren, hauptsächlich der Zerstörung durch Schimmelpilze anheim fielen, während die wegen ihrer Grösse schwerer austrocknenden und tiefer liegenden Leichen von Erwachsenen in dem gleichen Friedhofsboden durch Fäulniss aufgelöst wurden.

Die Kenntniss des Wassergehaltes im Erdboden kann uns aber endlich auch Aufschluss geben über die Art und Grösse der vorhandenen Poren im natürlichen Boden.

Denn abgesehen von dem rein hygroskopischen Wassergehalte, welchen der Boden vermöge seiner Oberflächenwirkung absorbirt

---

1) a. a. O. S. 161.

enthält, hängt die Menge des capillär festgehaltenen Wassers in einem gänzlich durchnässten Boden ab von der Art und Weite der vorhandenen Zwischenräume.

So wird nach Renk [1]) in völlig ausgewaschenem und mit dem Siebe nach der Korngrösse sortiertem Sande die Menge des sog. hängenden Wassers zwar davon beeinflusst, ob seine Durchfeuchtung von oben als Regen oder von unten durch aufsteigendes Wasser erfolgt, aber sie ist ungleich mehr von der Capillarweite der Boden selbst abhängig.

Renk bestimmte das freie Porenvolumen der Erdproben und gab entsprechend seinen Versuchsintentionen auch den Procentwerth an, in welchem die Poren jeder Erdprobe mit Wasser gefüllt blieben.

Da uns im Folgenden die absoluten Wassermengen, welche ein Volumen Boden festhält, interessiren, gebe ich in der nachstehenden Tabelle, das absolute Volumen Wasser und Luft, welche 1000 Volumen vollkommen benetzten Bodens enthielten.

	Korngrösse kleiner als	Freies Poren-Volumen	% Füllung der Poren befeuchtet		1000 ccm Vol. Boden enthielt befeuchtet			
					von oben		von unten	
			von oben	von unten	Wasser Grm.	Luft Cbcm.	Wasser Grm.	Luft Cbcm.
Mittelkies	7 mm	37,9 %	6,6	12,6	25	354	48	331
Feinkies	4	37,9	7,8	16,9	29	350	64	315
Grobsand	2	37,9	23,4	31,2	89	290	118	261
Mittelsand	1	41,5	47,0	68,1	195	220	283	132
Feinsand	1/2 — 1/4	55,5	65,1	77,4	361	194	430	125

Unverkennbar ist also, dass ein Boden bei gleichem Porenvolumen ungemein verschieden in seinem Wassergehalte sein kann. 1 Liter Boden der ersten Sorte enthält nur 25 g Wasser, während Feinsand pro Liter 361 g Wasser bindet. Renk hat als Material die Kiese und Sande des Alpengerölles verwendet, das die Münchener Hochebene bedeckt. Indem dieser Boden überwiegend kalkhaltig ist und auch die Porenvolumina von Mittelsand und Feinsand wesentlich grösser als die übrigen Proben

1) Renk, Ztschr. f. Biol. Bd. 15 S. 232 ff. (1879).

blieben, führte ich den analogen Versuch wie **Renk** mit völlig reinem Quarzboden aus, wie ihn das Leipziger Diluvium bietet.

In 4,62 cm inneren Durchmesser haltenden Blechröhren wurden 24 cm hoch die nach der Grösse gesiebten Sande und Kiese eingeschüttelt. Indem das Volumen der Sandfüllung aus Durchmesser und Höhe des Rohres bekannt war, sowie das specifische Gewicht einer jeden Sandprobe direct mittels Piknometer bestimmt war, ergab sich für jede Probe das absolute Volumen des trockenen Sandes und der vorhandenen freien Lufträume.

Durch Wägung der mit Sand gefüllten Versuchsröhren vor und nach dem völligen Benetzen wurde das Gewicht des trockenen Sandes und des festgehaltenen Wassers ermittelt.

Die Werthe wurden zum Vergleiche mit den Renk'schen Untersuchungen auf 1000 ccm Boden übertragen.

Korn Durchmesser	Spec. Gewicht des Sandes	1 Ltr. Vol. Boden wiegt trocken	hat freies Poren-Volumen	enthält befeuchtet Cbcm. Wasser	Luftraum noch vorhanden	Von 100 Poren-Vol. sind Wasser gefüllt
5 mm	2,68	1517	434	55	379	12,7 %
3	2,66	1550	418	77	341	18,4
2	2,66	1567	410	98	312	23,9
1	2,66	1597	400	150	250	37,5
0,5	2,65	1562	413	270	143	65,4
kleiner als 0,5	2,68	1575	413	347	66	84,0

Die Ergebnisse für den Leipziger Quarzboden sind also ganz entsprechend den Beobachtungen von **Renk**.

Bei gleicher Grösse des freien Porenvolumens im Boden wird der stärkste Regen den einen Boden wenig wasserreich machen, während der andere grosse Wassermassen aufspeichert.

In einem grobporigen und völlig humusfreien Boden erhalten sich trotz der erfolgten Ueberfluthung durch Regen oder Grundwasser fast alle Poren als lufthaltende Räume. Die Art und Dauer der Zersetzungserscheinungen werden gewiss anders verlaufen in einem Boden, welcher im Maximum 5,5 Vol.-Proc. Wasser bei 37,9 Vol.-Proc. Luft besitzt als in einem Boden mit 34,7 Vol.-Proc.

Wasser und nur 6,6 Vol.-Proc. Luft. Nägeli hebt sehr zutreffend hervor, wie gerade ein mehr oder weniger Wasser von entscheidendem Einfluss auf die Art der Pilzwucherungen sein wird. Thatsache ist, dass alle grösseren und darum wenig capillares Wasser haltenden Räume eines Bodens von einem Netze feinerer Capillaren umzogen sind, in welchen die in den Boden eingedrungenen Verunreinigungen in nassen Zeiten verdünnter und bei andauernder Trockenheit concentrirter werden.

Vorstehende Laboratoriumsversuche lassen jedoch keinen Schluss auf das Verhalten des Wassers im natürlichen Boden zu. Denn einmal können sie sich nur auf einen Boden von ganz gleicher Korngrösse wie in den abgesiebten Proben beziehen, während im natürlichen Boden Feinerde zur Ausfüllung und Verkleinerung der grösseren Hohlräume dient. Ferner kann bei den künstlichen Versuchen niemals die Lagerung erzielt werden, wie sie der natürliche sog. gewachsene Boden besitzt. Endlich gelten obige Versuche nur für Bodenschichten in der verwendeten und relativ geringen Rohrlänge und nicht für Erdboden von 5, 10^m u. s. w. Tiefe. [1])

Die Absicht, die Feuchtigkeit des natürlichen Bodens aus dem Wassergehalte der Bodenluft zu erschliessen, scheitert, wie Fleck [2]) nachgewiesen hat, daran, dass der Boden in geringster Tiefe genügend Wasser enthält, um die aspirirte Luftprobe für ihren Temperaturgrad mit Wasserdampf zu sättigen. Erhebliche Fehler können bei dieser Bestimmung noch dadurch entstehen, dass eine wasserreiche Bodenluft in den oberen, von der Winterkälte beeinflussten Aspirationsröhren einen Theil des Wasserdampfes durch Condensation verliert. (v. Fodor. [3])

1) Die Endfläche des kurzen Bodencylinders ist nämlich auch dann, wenn das Abtropfen längst aufgehört hat, mit einer Schichte Tropfwasser bedeckt, welches Anlass gibt, dass die unteren Capillarräume reichlicher mit Wasser gefüllt bleiben und bei grösserer Mächtigkeit der Bodenschichte noch Wasser abgeben. Setzt man zwei mit gleichem Boden gefüllte und bis zum völligen Abtropfen durchnässte Bodenröhren so auf einander, dass sich der nasse Boden direct berührt, so beginnt unten von neuem das Abtropfen und fliesst ein Theil des Capillarwassers vom oberen Bodenrohre ab.

2) Fleck, H., 2. u. 3. Jahresber. d. chem. Centralstelle zu Dresden. 1873 u. 1874.

3) v. Fodor, Vjschft. f. öffentl. Gesundheitspfl. Bd. 7 S. 219 u. 233.

Das Grundwasser lässt nun in seinen wechselnden Niveauverhältnissen, wie von Pettenkofer an vielen Stellen seiner Arbeiten über Cholera- und Typhoidverbreitung ausspricht, einen bestimmten Rückschluss auf die vorhergehende Durchfeuchtung im Erdboden zu.

Nachdem Volger's [1]) Theorie der Grundwasserbildung sehr bald Widerlegung gefunden hat [2]), sind die Schwankungen des Grundwassers ganz oder überwiegend von dem Eindringen der atmosphärischen Niederschläge abzuleiten und es muss ein Steigen des Grundwassers einem vermehrten Zuflusse, das Fallen einem verminderten Zuflusse entsprechen. Dieser Schluss wird um so mehr zutreffen, je gleichmässiger die Bodenlagen weite Strecken umfassen, wie es geradezu typisch in dem groben Geröllboden der oberbayerischen Hochebene der Fall ist.

In zahlreichen Orten wurden regelmässige Grundwasserbeobachtungen ausgeführt und zum Theil dieselben Beziehungen zur Ausbreitung des Typhoids gefunden, wie sie zuerst von Buhl und von Pettenkofer für München festgestellt wurden.

Es kann nicht auffallen, dass die verwickelten Vorgänge, welche das Steigen und Fallen des Grundwassers bewirken, nicht allerorts klar zum Ausdrucke kommen. Während nun für München wie auch von Virchow [3]) für Berlin constatirt ist, dass mit dem Sinken des Grundwasserstandes die Zahl der Typhoiderkrankungen zunimmt und umgekehrt bei dessen Ansteigen abnimmt, kommt v. Fodor [4]) in seinen umfassenden Untersuchungen zu dem Resultate, dass in Pest ein Verhältniss zwischen den Wasserschwankungen und dem Typhoid zwar gleichfalls besteht, aber in ganz anderem Sinne, indem die Typhoidfälle in der Regel sich mit dem Steigen des Grundwassers mehren, und mit dem Sinken abnehmen. Es ist klar, dass die Grundwasserbeob-

---

1) Volger, Ztschr. d. Ver. deutscher Ingenieure Bd. 21 Heft 11 (1877).

2) Hann, J., Ztschr. d. österreich. Ges. f. Meteorol. Bd. 15 Dec.-Heft (1880).

3) Virchow, Reinigung und Entwässerung Berlins. Generalbericht 1873 u. Deutsche med. Wochenschrift 1876 Nr. 1 u. 2.

4) v. Fodor, Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden u. Wasser etc. Abth. 2 S. 152 (Braunschweig 1882).

achtungen als solche keine Erklärung über ein derartig entgegengesetztes Verhalten geben können.

Ein solcher Widerspruch drängt vielmehr dazu, den Vorgang der Grundwasserbewegung mehr als es bisher geschehen ist, in die maassgebenden Einzelfactoren zu zerlegen.

Nach v. Pettenkofer ist das Grundwasser als eine constante Quelle der Durchfeuchtung der darüber liegenden porösen Erdschichten anzusehen und ermöglicht, die Veränderungen dieser Durchfeuchtung mit einem Maasse zu verfolgen.

Zunächst frägt sich, ob die an einem Orte gewonnenen Werthe mit den an anderen Orten gefundenen direct vergleichbar sind, dass also z. B. das Steigen oder Sinken des Grundwassers um je 20^{cm} einen gleichwerthigen Maassstab der Bodendurchfeuchtung für verschiedene Plätze angibt.

Indem das Grundwasser ziemlich alle freien Zwischenräume des Erdbodens mit Wasser ausfüllt, würde bei $33^1/_3$ Proc. mittleren Porenvolumens durch das Gesammteindringen von z. B. 20^{cm} Regen ein Steigen des Grundwassers um 60^{cm} bedingt sein, oder 1^{mm} Regen 3^{mm} Grundwassersteigung bewirken. Im Gebiete eines sehr ausgedehnten und mehr horizontalen Grundwasserspiegels wird sich dies am deutlichsten aussprechen.

Ueberall aber, wo der Grundwasserstrom ein stärkeres Gefälle besitzt, entstehen abhängig von der grössern oder geringern Durchlässigkeit der Bodenschichten lokale Ströme, welche das gleichmässig eindringende Regenwasser entweder rascher ableiten, oder einzelnen Punkten zuführen, woselbst durch Stauung ein schnelles hochwerthiges Steigen und baldiges Sinken des Grundwasserstandes bedingt wird.

Bewegt sich ein Grundwasserstrom in dem gleichmässig lockeren Alluvium eines breiten Thales, dessen Seitengehänge völlig undurchlässige Grundwasserufer bilden, so tritt bei jeder Verengerung des Thales ein Stauungspunkt ein, so dass sich hier entsprechend dem verkleinerten Querschnitte des Grundwasserstromes die entsprechenden Niveauschwankungen geltend machen.

Diese Verhältnisse gestalten sich noch verwickelter, wo in

ein Hauptentwässerungsgebiet zahlreiche Seitenthäler von grösserer und geringerer Ausdehnung münden. Entsprechend den Strömungsgeschwindigkeiten daselbst und der Grösse des Drainagegebietes dieser seitlichen Grundwasserzuflüsse können die Wasserstände im Hauptthale grossen Wechsel, ja wahre Fluthwellen zeigen, ohne dass hier, wo die Schwankung beobachtet ist, überhaupt Regen den Boden durchtränkte und befeuchtete.

Es geht hieraus hervor, dass die in den Boden eingedrungenen Regenmengen lokal keineswegs einen proportionalen Ausdruck im Steigen des Grundwassers finden müssen und dass Steigen und Fallen des Grundwassers möglich ist, ohne einen Rückschluss auf die lokale Durchfeuchtung der oberen Bodenschichten zu erlauben.

Die Feuchtigkeit einer Bodenschichte oberhalb des Grundwasserspiegels hängt ab

1. bis zu welcher Höhe das Grundwasser durch die Capillaritätswirkung des Bodens steigt,

2. welche Menge Wasser, abstammend von atmosphärischen Niederschlägen, in den Boden eingedrungen ist und hier von den Capillarräumen festgehalten wird.

Man hat also in jedem porösen Boden eine von unten und eine von oben her wirkende Durchfeuchtungsquelle. Aendert sich der Grundwasserspiegel, indem er steigt, so hebt sich auch sofort die Zone des capillaren Wassers im Boden, und mit dem Sinken des Grundwasserspiegels sinkt sie wieder um das gleiche Maass.

Kennt man für einen Boden die capillare Hebung des Wassers, so ergiebt sich aus dem Steigen und Fallen des Grundwassers auch direct die Grösse der capillaren unteren Durchfeuchtung. Die Schwankungen des Grundwasserstandes erfolgen wohl ausnahmslos so allmählig, dass die capillare Hebung nahe zur vollen Wirkung gelangt, und es würde dann den Bewegungen des Grundwasserspiegels im Boden ein Durchfeuchtungssaum von constanter Breite folgen.

In dieser unteren Zone gewähren die Messungen des Grundwassers in jedem Falle einen sicheren Maassstab der Bodendurchfeuchtung.

Sinkt das Grundwasser, so bleiben sämmtliche Zwischenräume

des Bodens in dem Zustand ihrer grössten Durchfeuchtung, auch wenn die oberen Bodenschichten kein Wasser empfangen und völlig ausgetrocknet sind.

Grössere Schwierigkeiten entstehen, wenn wir aus dem Grundwasserstande den Durchfeuchtungszustand der oberhalb dieser Capillar-Zone gelegenen Bodenschichten beurtheilen wollen.

Hierbei kann zunächst der Fall eintreten, dass das Grundwasser durch seitliche Zuflüsse, wie oben dargelegt wurde, im Steigen erhalten wird, während die direct darüber liegenden Bodenschichten in dem ursprünglichen Feuchtigkeitszustande verbleiben, ja sogar noch weiter austrocknen.

Umgekehrt kann das Grundwasser, abfliessend in seinem natürlichen Gefälle, ganz erheblich sinken, während gleichzeitig reichliche Regen nicht bloss die Oberfläche des Bodens überfluthen, sondern den Boden eben bis zum Grundwasserspiegel durchfeuchten.

Nur in dem Falle, dass Jahrgänge so reichliche Niederschläge bieten, dass das eindringende Wasser alle Schichten des Bodens durchsetzt und jetzt selbst zur Speisung und zum localen Steigen des Wasserstands beihülft, würde aus dem sich hebenden Grundwasserstande ein Rückschluss auf die Durchfeuchtung des Bodens berechtigt sein.

Erwägt man, dass die Bodenschichten über der unteren capillaren Durchfeuchtungszone häufig erheblich mächtig sind und deshalb sehr beträchtliche Regen- und Wassermengen aufspeichern können, so erscheint es wohl meist zutreffender, aus dem Wassergehalte des Bodens auf das kommende Steigen des Grundwassers zu schliessen, wenn das Grundwasser den Ueberschuss an Feuchtigkeit empfängt, welche der Boden nicht mehr festzuhalten vermag.

Die Sicherheit und Schärfe, mit welcher sich der Einfluss der vorhergehenden Bodenfeuchtigkeit in dem Verhalten des Grundwassers ausspricht, hängt also davon ab, dass das eingedrungene Regenwasser möglichst rasch bis zum Grundwasser gelangt, und dass der Boden wenig Wasser in seinen Zwischenräumen aufstaut.

In einem grobporösen, leicht durchlässigen Boden reagirt das Grundwasser so scharf und prompt auf die in die oberen Boden-

lagen geführten Wassermassen, dass der Grundwasserstand meist gleichzeitig die erfolgte maximale Durchfeuchtung anzeigt.

Diese Betrachtungen erlangen ihre thatsächliche Bestätigung, indem ich auf den wirklichen Durchfeuchtungszustand des natürlichen Bodens eingehe.

Die directe quantitative Ermittelung des Wassergehaltes daselbst ist aber schon deshalb geboten, weil das Grundwasser auch im günstigsten Falle nur ein mehr oder weniger an Feuchtigkeit, nicht aber den wirklichen Wassergehalt des Bodens angibt, wie er für die biologischen Vorgänge im Boden maassgebend ist.

Die Ausführung der Trockenbestimmungen von Erdproben ist sehr einfach und zuverlässig, sofern nur die zum Trocknen verwendete Menge Erde gross genug ist, um den wahren Durchschnittswerth zu geben. Ermittelungen, welche sich auf den Wassergehalt der natürlichen Erdschichten bis zu einer grösseren Tiefe erstrecken, sind nur wenige vorhanden.

Fleck[1]) hatte zum Zwecke der Einsenkung von Aspirationsröhren für Bodenluft, mittels Schaufelbohrer in den Boden des botanischen Gartens in Dresden und auf dem sandigen Gebiete der sog. Dresdner Heide rechts der Elbe zwei Bohrlöcher auf ca. 6^{m} Tiefe niederbringen lassen. Hierbei wurden die einzelnen erbohrten Bodenschichten gesammelt und in denselben ausser dem Wassergehalte Salpetersäure, Ammoniak, organische Stoffe etc. bestimmt.

Die Bohrung im botanischen Garten wurde den 21. bis 23. November 1871 fertig gestellt und bei 7^{m} Tiefe das Grundwasser erreicht; in dem Sande der Dresdner Haide wurde die Bohrung im April 1872 ausgeführt und bis 6^{m} Tiefe gefördert, während der in einem ca. 20^{m} entfernten Brunnen gemessene Grundwasserstand den Wasserspiegel 18^{m} unter der Bodenoberfläche anzeigte.

Die Resultate ergeben folgende beide Tabellen.

1) Fleck, H., 2. Jahresber. der chem. Centralstelle etc. (Dresden 1873) S. 20 ff.

Botanischer Garten			Dresdner Haide		
Boden-tiefe Meter	Boden-Qualität	100 Grm. Boden = Grm. Wasser	Boden-tiefe Meter	Boden-Qualität	100 Grm. Boden = Grm. Wasser
0,12	Gartenerde	7,38 %	0,1	sehr feiner Sand	3,17 %
0,60	Bauschutt	6,66	1,0	» » »	3,39
0,80	»	2,53	2,0	» » »	4,31
1,20	»	3,30	3,0	» » »	7,11
2,00	»	3,01	4,0	» » »	3,69
2,10	schwach lehmiger Sand	12,56	5,0	» » »	2,96
2,64	» » »	13,17	6,0	» » »	2,89
3,10	» » »	13,74			
3,37	Kies, sehr lehmreich	11,70			
3,60	» » »	10,32			
4,10	Kies	5,42			
4,60	»	4,48			
3,10	»	5,30			
5,60	»	5,72			
6,10	»	5,47			

Bemerkenswerth ist, dass die Bohrung auf der Dresdner Haide, obgleich sie in die Zeit des Frühjahres, d. i. der ausgiebigsten Bodendurchfeuchtung fällt, einen auffallend geringen Wassergehalt des Bodens gab, sowie dass die einzelnen Schichten derselben Bodenfläche grosse Differenzen im Wassergehalte zeigen.

v. Fodor[1]), welcher schon früher in einer mir nicht zugänglichen Schrift (Jahrbücher des Budapester kgl. Aerztevereins 1876, ungarisch) die directen Feuchtigkeitsbestimmungen des Erdbodens empfahl, theilt in seinen Untersuchungen über Boden die Resultate solcher Bestimmungen mit, welche in vier Beobachtungsstationen von Budapest während 1877—1880 regelmässig ausgeführt wurden.

Sie zeigen, dass die Bodenfeuchtigkeit der vier Stationen in den gleichen Zeitperioden wechseln. Im Durchschnitte der Jahre 1877—1878 enthielten 1000g Boden

1) v. Fodor, Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden, Wasser etc. Abth. 2 S. 74 ff. (Braunschweig 1882).

des chemischen Hofes	113	zum	Wasser
der Karlskaserne	105	»	»
der Uellöerkaserne	94	»	»
des Neugebäudes	85	»	»

In jedem Jahrgange war der Durchschnittswerth des Wassergehaltes ein anderer, und er betrug in dem Boden des chemischen Hofes für 1000^g Erde

1877 = 117^g Wasser
1878 = 112^g »
1879 = 126^g »
1880 = 132^g »

Das Jahr 1880 war für den Boden in Budapest am feuchtesten, für 1878 am trockensten.

Die Durchschnittswerthe für den Wassergehalt in verschiedenen Tiefen betrugen im chemischen Hofe

in 1^m Tiefe 146^g Wasser
in 2^m » 141^g »
in 3^m » 113^g »
in 4^m » 86^g »

Der Mittelwerth für die Bodenfeuchtigkeit nimmt mit der Tiefe ganz auffallend ab, und es sind, wie v. Fodor hervorhebt, ganz besonders die oberen Schichten bis 2^m Tiefe, welche die grössten Schwankungen der Durchfeuchtung erleiden.

Nach allen Beobachtungen verläuft die Feuchtigkeitscurve weder mit der Regenmenge und noch weniger mit den Grundwasserschwankungen parallel. Wahrnehmbarer ist noch der Einfluss, welchen die Regenmenge auf die Feuchtigkeit der oberflächlichen Schichten übt.

Das Ziel, welches v. Fodor bei Ausführung dieser höchst mühevollen Arbeiten leitete, wurde auch in dem Nachweise erreicht, dass im natürlichen Zustande alle Bodenschichten sowohl in den Durchschnitts-, wie auch in den Minimalwerthen einen Wassergehalt besitzen, bei welchem zu jeder Zeit und in allen Tiefen die Zersetzung der Abfallstoffe verlaufen kann.

Das beobachtete Feuchtigkeitsminimum betrug 32^g Wasser in 1000^g Boden (März 1878 4^m tief).

Im Laufe der letzten vier Jahre habe ich gleichfalls directe Wasserbestimmungen im Erdboden ausgeführt. Meine Absicht war weniger, die Feuchtigkeitsschwankungen des Bodens nach Jahreszeiten, Lokalitäten zu vergleichen, als vielmehr festzustellen, welcher Wasservorrath in dem Boden steckt.

Der Boden über dem Grundwasser ist vermöge seiner Zwischenräume ein grosses Stau- und Vorrathsbassin, welches einmal leer und ausgetrocknet sein kann, um dann wieder grosse Wassermassen aufzunehmen.

Nicht bloss die Zersetzungsvorgänge, sondern auch die Bedingungen, unter welchen die Grundwasserschwankungen erfolgen und die Verunreinigungen des Bodens zur Tiefe geführt werden, hängen von der Grösse und dem Füllungsgrade dieses porösen Staubassins ab.

v. Fodor sammelte die Bodenproben, indem er sie mit einem Erdbohrer aus den Tiefen holte, und hierbei nur in den zum Theil aus Bauschutt und Ziegelsteinen bestehenden oberen Schichten des Stadtgrundes zuweilen auf erheblichere Hindernisse stiess.

Ich konnte diese Methode nicht einschlagen, weil der Leipziger Boden als frühere Grundmoräne eines von Scandinavien sich erstreckenden Inlandeises ungemein fest gelagert ist, so dass sich den Handbohrungen mit zunehmender Tiefe unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellen, während die Fall- und Ventilbohrungen nur mit grossem Zeit- und Geldaufwande auszuführen sind und zugleich keine Sicherheit gewähren, dass ohne Rohrbekleidung des Bohrloches Nachstürze im Erdreiche erfolgen.

Das Erdmaterial zu den Wasserbestimmungen konnte also nur bei gelegentlichen Arbeiten erhalten werden, wie Brunnengrabungen, dann aus absichtlich angelegten Schürflöchern, aus Aufgrabungen, welche zum Zwecke von Rohrlegungen in den Strassen ausgeführt wurden, und endlich aus den Gräbern des Friedhofes, welche auf einem bisher frei liegenden nicht viel benütztem Felde bis 3 und 3,5^{m} Tiefe angelegt wurden.

Durch das dankenswerthe Entgegenkommen der städtischen Bauverwaltung wurden die Erdproben aus den bezeichneten Tiefen in dichtschliessende Kisten von 5—10^{kg} Inhalt oder in grosse

Glasstopfengläser gebracht und umgehend in das Laboratorium getragen. Hier wurde dann eine Mischprobe von 300—500 g frische Erde zur Wasserbestimmung abgewogen.

In der Regel werden die Resultate des Wassergehalts des Bodens nach Gewichtsprocenten angegeben. An sich völlig correct, gewähren sie jedoch keinen vergleichbaren Schluss über den Wassergehalt des Bodens, denn je mehr Wasser z. B. in 100 g frischer Erde ist, desto mehr tritt das Verhältniss des festen, trockenen Bodens zum Wasser zurück.

So treffen in einem Boden mit 4 % Wasser auf 100 g trockene Erde 4,16 g Wasser, während in einem Boden mit 37,77 % Wasser auf 100 g trockene Erde 60,69 g Wasser treffen.

Insofern wir vergleichen wollen, wie viel Wasser eine bestimmte Bodenmenge enthält, respective von ihr festgehalten wird, würde sich die Berechnung empfehlen, wie viel Wasser auf je 100 oder 1000 g trockener Erde vorhanden sind.

Aber auch dieser Weg, welcher in einzelnen Fällen von landwirthschaftlicher Seite zur Darlegung des Wassergehaltes von Ackererde eingeschlagen wurde, gewährt kein zutreffendes Bild über die reellen Wassermengen im Boden, indem weder das specifische Gewicht noch das Volumen der Erde hierbei berücksichtigt ist. Es kann nicht auffallen, wenn auf 100 g Torf oder sehr humusreicher Erde bei ihrem grossen Volumen mehr Wasser kömmt als auf 100 g grobkörnigen Quarzbodens.

Ich glaube vom hygienischen Standpunkte, welcher mit den im natürlichen Zustande vorhandenen Lagerungen rechnen muss, wird es sich empfehlen neben dem durch die Gewichtsanalyse gefundenen Wassergehalte zu ermitteln, wieviel Wasser in einem Volumen (1 Liter oder 1 cbm) Boden thatsächlich enthalten ist.

[illegible] besteht kein absolut genaues Verfahren, um Gewicht [illegible] des gewachsenen Bodens unmittelbar zu bestimmen. [illegible]e [1]) angegebene Methode, mittels eines genau cali[illegible]randigen Metallcylinders den gewachsenen [illegible], um Volumen und Gewicht zu erfahren,

[illegible] hygienischen Untersuchungsmethoden

ist bei grobsandigen oder steinigen Erdsorten nicht mehr zu verwenden.

Wir können unsere Angaben über Bodenvolumen nur insoweit dem wahren Werthe nähern, als wir durch kräftiges Einstampfen einer frisch entnommenen und gewogenen Erdprobe die Dichtheit des natürlichen Bodens möglichst zu erreichen suchen.

Zu diesem Zwecke verwendete ich sehr starkwandige Glascylinder, sog. Gosengläser. Dieselben besitzen eine Wandstärke von 5—8 ^{mm} und fassen bei einem Durchmesser von ca. 8 ^{cm} etwa 1 Liter Inhalt. Nachdem sie von 100 zu 100 ^{ccm} calibrirt sind, lasse ich von der frisch entnommenen Bodenprobe kleine Portionen eintragen und sie mit einem grossen etwa 5 ^{kg} schweren Holzstempel ganz fest einstampfen, bis die Füllung 800—1000 ^{ccm} beträgt.

Dann wird das Gewicht der Erde im Glase bestimmt und somit gefunden, wieviel 800 oder 1000 ^{ccm} Volumen frischer Erde wiegen.

Gleichzeitig werden von derselben Erde 300—500 ^{g} in einer Schale abgewogen, dann durch Trocknen bei 100° C. deren Wassergehalt bestimmt und hieraus berechnet, wieviel Gramm Wasser das Gewicht Erde enthält, welches einem Liter Volumen entspricht.

Allerdings gehen bei diesem Verfahren nicht wenige Gläser zu Grunde, ich glaube aber, dass bei einem nicht grobkörnigen Boden, wie ihn das Leipziger Diluvium und künstlicher Auffüllboden wie Strassenschutt bietet, ein den natürlichen Dichtigkeitsverhältnissen möglichst entsprechender Werth erhalten wird.

Für sehr sandigen Steinboden würde sich statt Glas ein Eisencylinder empfehlen, dessen Inhalt gross genug ist, um ein Quantum Erde aufzunehmen, welches den Charakter einer Durchschnittsprobe besitzt, denn je grössere Steine vorkommen, desto mehr Erde ist erforderlich, um eine richtige Mischprobe zu erhalten.

Es ist möglich, dass trotz starken Einstampfens nicht die Dichtheit erreicht wird, wie sie unser natürlicher, durch Wasserwogen eingeschlemmte und vom Inlandeis gequetschter Boden erlangt hat. Der Fehler fällt aber jedenfalls in dem Sinne aus, dass das gefundene Gewicht von 1 Liter Boden grösser sein würde und der Boden pro Liter Volumen mehr Wasser enthielte, dass

also die im Folgenden angegebenen Werthe des Wassers im Boden Minimalwerthe darstellen.

Ich gebe zunächst Wasserbestimmungen in einem hochgradigst verunreinigten Boden. Es sind diese zwei Stellen, welche seit Jahren zum Ablagern von Strassenschlamm, Schutt und dgl. gedient haben. Das Schürfloch wurde bis auf den in 3 ^{m} respective 2,5 ^{m} anstehenden natürlichen Boden gegraben. In Abständen von 25 und 50 ^{cm} wurden von der senkrecht stehenden Seitenwand Erdproben losgelöst, in Kistchen zu 5—10 ^{kg} Inhalt gefüllt und sofort in das Laboratorium zur Analyse gebracht. Man erhält so Mischproben, welche den senkrechten Lagerungen des Bodens entsprechen.

Ist nach der oben beschriebenen Weise gefunden, wieviel Wasser in 1 Liter Volumen Boden enthalten ist, so ergibt sich hieraus der absolute Gehalt des Wassers der ganzen Bodenschichte von 25 respective 50 ^{cm} Mächtigkeit.

Als Einheitsgrösse führe ich im Folgenden stets an, wieviel Wasser die senkrecht lagernden Erdschichten auf 1 ^{qm} Bodenfläche enthalten.

Es wurde z. B. für die erste 25 ^{cm} mächtige Bodenschicht gefunden, dass 1 Liter des frischen Bodens 1890 ^{g} wog und 100 ^{g} desselben Bodens 18,4 ^{g} Wasser enthielten. Die 1890 ^{g} Boden = 1 Liter enthalten somit 348 ^{g} Wasser und 1542 ^{g} trockenen Boden. Bei 25 ^{cm} Bodentiefe treffen auf die Fläche von 1 ^{qm} 250 Liter Volumen Boden und, da in 1 Liter Boden 348 ^{g} Wasser gefunden wurden, enthält die ganze Schichte im Mittel pro Quadratmeter Fläche $250 \times 348 = 87{,}0^{kg}$ Wasser.

1. Boden. Auffüllmaterial, Frankfurter Strasse.

Bodenart	Erdschichte Tiefe Meter	100 g Boden = g Wasser	1 Lit. Boden = g feste Theile	1 Lit. Boden = g Wasser	pro qm Bodenfläche = kg Wasser
Auffüllung	0 — 0,25	18,4	1542	348	87,0
»	— 0,75	30,1	1125	385	242,5
»	— 1,25	17,0	1569	321	160,5
»	— 1,75	15,9	1648	312	156,0
»	— 2,25	32,2	1126	534	267,0
»	— 2,90	18,6	1506	344	172,0
Wiesenlehm	— 3,00	18,5	1630	370	37,0
	Mittel:	21,5 g	1449 g	388 g	Sa. 1122 kg

2. Boden. Auffüllmaterial, Schleussiger Weg.

Nr.	Bodenart	Erdschichte Tiefe Meter	100 g Boden = g Wasser	1 Lit. Boden = g feste Theile	1 Lit. Boden = g Wasser	pro qm Bodenfläche = kg Wasser
1	Auffüllung	0 — 0,25	29,8	1127	486	121,5
2	»	— 0,75	12,5	1786	255	127,5
3	»	— 1,25	16,1	1468	282	141,0
4	»	— 1,75	15,8	1474	276	138,0
5	»	— 2,25	19,8	1403	347	173,5
6	Wiesenlehm	— 2,50	20,2	1506	381	95,2
		Mittel:	19,0 g	1460 g	338 g	Sa. 796,7 kg

Das Gewicht eines Liters trockenen Bodens zeigt erhebliche Schwankungen, in dem Grade als derselbe seiner Abstammung entsprechend reichlicher mit Sand oder mit organischen, lockeren Massen vermischt war.

Diesen Beispielen des Wassergehaltes in einem sehr verunreinigten Boden will ich den eines ganz reinen aus Diluviallehm und Diluvialsanden bestehenden Bodens gegenüberstellen, wie er bei Gelegenheit des Brunnengrabens (Mai 1882) gewonnen wurde. Die Bodenproben wurden nach der äusserlich erkennbaren Beschaffenheit der Schichten entnommen.

3. Boden. Reiner Diluviallehm und -Sand.

Nr.	Bodenart	Erdschichte Tiefe Meter	100 g Boden = g Wasser	1 Lit. Boden = g feste Theile	1 Lit. Boden = g Wasser	pro qm Bodenfläche = kg Wasser
1	Ackererde	0 — 0,90	—	—	—	—
2	sandiger Geschiebelehm	— 2,30	6,17	2066	136	190,4
3	reiner Sand	3,10	4,00	2179	91	72,8
4	Kies	3,85	1,80	1765	32	24,0
5	Kies	6,05	3,24	1955	66	145,2
6	sandiger Geschiebelehm	6,55	12,40	1847	261	130,5
7	thoniger »	7,25	10,04	1955	218	152,6
8	sandiger »	8,25	8,24	1947	175	175,0
9	reiner Sand	8,75	3,34	1527	64	32,0
10	sandiger Geschiebelehm	9,05	9,40	1961	203	60,9
11	grober Kies	9,45	37,77	1133	687	274,8
		Mittel:	9,64 g	1833 g	193 g	Sa. 1258,2 kg

Der reine Boden enthält in seinen Schichten weniger Wasser (im Mittel 193 g Wasser pro Liter Boden) als die stark verunrei-

nigten Plätze am Schleussiger Weg und der Frankfurter Strasse (im Mittel 338 g und 388 g Wasser pro Liter Boden).

Auch Fodor beobachtete in Budapest, dass sich der dortige Untergrund in dem Maasse feuchter und trockener erwies, als er mit organischen Stoffen mehr oder weniger verunreinigt war.

Es ist die Reinhaltung des Bodens gewiss ein Mittel seine Trockenheit zu fördern.

Die Erdproben aus dem reinen Gebiete wurden im Mai mit dem Tiefergraben des Brunnens entnommen. Man sollte erwarten, dass zu dieser Zeit die Winterniederschläge den Boden auf grössere Strecken durchfeuchtet hätten, doch ist dies nicht der Fall und der Boden bei 3,5 m Tiefe am trockensten.

Bei 9,45 m Tiefe ist das Erdreich sehr wasserreich und zwar, weil das Grundwasser bei 9,50 m Tiefe anstund.

Die Durchfeuchtungszone in dem groben Diluvialsande ist gleichwohl gering, indem sie bereits in der nächsten oberen Schichte bei einem Abstande von 0,55 m nicht mehr erkennbar ist.

Endlich möchte ich noch auf die erheblichen Unterschiede aufmerksam machen, welche in dem Wassergehalte der Bodenschichten in obigen Fällen wie auch bei den Wasserbestimmungen von Fleck zum Ausdrucke kommen. Fodor hatte sich leider darauf beschränken müssen, nur die summarischen Durchschnittswerthe anzugeben.

Schichten, welche in senkrechter Folge stehen und nicht vom Grundwasser beeinflusst sind, zeigen in dem Abstande von nur wenigen Centimetern einen um 3- und 4fach wechselnden Wasserreichthum.

Jede Schicht hat einen anderen Wassergehalt, der von oben nach unten zu bald ab- bald zunimmt, und wesentlich von der ungleichen Korngrösse, respective den Capillarräumen des Bodens abhängig ist.

Wer zur Feuchtigkeitsbestimmung eines Bodens nur eine oder wenige Erdproben wählte, müsste sich den gröbsten Täuschungen aussetzen.

Der Begriff Bodenfeuchtigkeit lässt sich somit zwar in einem rechnerischen Mittelwerthe geben, aber thatsächlich löst er sich in

sehr heterogene Werthe auf, welche für die biologischen Vorgänge in den einzelnen Bodenschichten wesentlich ungleichwerthig sein werden.

Aus Vorstehendem ergibt sich, dass die Bodenbeschaffenheit und die Capillargrösse grossen Einfluss auf die Menge des zurückbehaltenen oder suspendirten Wassers hat.

Um zu zeigen, wie der Wassergehalt auf einem reinen und geologisch möglichst gleichartigen Gebiete und zwar zur Zeit der grössten Durchfeuchtung ist, führe ich die im Leipziger Friedhofe ausgeführten Bestimmungen an, welche sich über den Zeitraum vom 2. December 1879 bis 15. April 1880 erstrecken.

Die Eröffnung einer neuen Abtheilung gab Gelegenheit, Bodenproben aus ganz reiner, vorher nie aufgegrabener Stätte zu erhalten, welche bis dahin als Ackerfeld bewirthschaftet wurde.

Der Boden dieser neuen Abtheilung besteht oben aus einer 3—4 ^{m} starken Schichte Geschiebelehms mit einzelnen erratischen Blöcken. Unter dieser folgt der nur 5—10 ^{cm} starke sog. Bänderthon, eine äusserst dichte und zähe Thonlage, an welche weiter eisenschüssige Diluvialsande anstehen.

Der Grundwasserspiegel liegt auf dem nahezu ebenen Gebiete sehr tief, nämlich 12,5 ^{m} unter der Bodenoberfläche.

Alle Gräber, welche zur Aufnahme von mehreren Leichen (Doppelgräber) bestimmt sind, werden 3 bis 3,5 ^{m} tief ausgeschachtet, und ich liess mir in Abständen von je 50 ^{cm} die Erdproben während der Herstellung des Grabes sammeln und in grossen Glasstopfengläsern umgehend in das nahe Laboratorium bringen.

Wie erwartet, erwies sich die Bodenbeschaffenheit der neuen Friedhofsabtheilung sehr gleichmässig. Nur die Probe vom 29. Januar stammte aus einer anderen entfernten Abtheilung, in welcher unter einer sehr geringen Lehmdecke Sande folgten.

In der nachstehenden Tabelle ist der Wassergehalt der Schichten, welche aus Diluviallehm bestehen, mit gewöhnlichen Lettern, die, welche dem Bänderthon angehören, mit fetter Schrift und endlich die aus Diluvialsanden bestehenden Schichten mit Cursivschrift gekennzeichnet.

4. Friedhofsboden. 100 g Erde enthält Gramm Wasser.

Tiefe der Schichte	0–0,5 Meter	0,5–1,0 Meter	1,0–1,5 Meter	1,5–2,0 Meter	2,0–2,5 Meter	2,5–3,0 Meter	3,0–3,25 Meter	3,25–3,50 Meter
Probe 1879 2. Dec.	13,1	12,8	12,6	12,2	9,8	9,8	23,1	*3,8*
» 6. »	11,2	10,8	12,5	11,3	10,1	9,3	21,9	*5,0*
» 12. »	12,2	11,2	11,0	11,8	10,8	10,5	16,0	*6,5*
» 19. »	12,1	10,0	12,0	13,0	10,4	10,3	22,4	*9,1*
» 20. »	13,6	12,9	14,1	13,7	11,6	11,4	—	—
» 29. »	13,2	*9,5*	*6,5*	*8,3*	*3,6*	*5,2*	—	—
1880 3. Jan.	13,4	12,7	13,1	11,4	9,5	10,0	—	—
» 9. »	14,0	12,9	12,7	11,1	10,8	10,7	—	—
» 12. »	16,0	14,1	13,4	13,2	12,0	*5,6*	—	—
» 16. »	14,0	12,9	11,2	11,1	11,0	*8,1*	—	—
» 29. »	11,6	12,0	14,2	12,4	11,0	9,9	—	—
» 7. Febr.	13,8	13,4	13,1	13,0	10,5	21,5	—	—
» 14. »	12,2	13,8	12,8	12,1	10,5	11,5	—	—
» 6. März	11,9	10,5	11,0	12,1	10,9	10,5	—	—
» 9. »	13,0	13,4	14,2	11,4	10,6	10,7	—	—
» 15. April	10,1	12,3	13,4	11,2	10,1	9,5	—	—

Wir finden also auch hier wieder die Thatsache, dass die Erdschichten, welche weit ausserhalb des Einflusses vom Grundwasser stehen, auf demselben Regengebiete einen wechselnden und in erster Linie von der Bodenbeschaffenheit abhängigen Wassergehalt besitzen.

Der äusserst dichte Bänderthon ist sofort an dem hohen Wasserreichthum kenntlich, welchen sonst keine Schichte erreicht. Sandboden hält am wenigsten Wasser. Die Schneeschmelze im Frühjahre lässt sich in der oben aufgeführten Beobachtungsreihe kaum erkennen. Im Mittel besitzt der Boden von der Oberfläche bis zu 3 m Tiefe im December, Januar bis April den gleichen Feuchtigkeitsgrad.

Um die absoluten Wassermengen des Friedhofsbodens zu finden, schien es mir nicht nothwendig, in jeder Probe Erde das Volumen durch Einstampfen zu bestimmen. Soweit der Boden geologisch aus denselben Lagen des Diluviallehmes bestand, hatte eine grössere Anzahl von Einzelbestimmungen ergeben, dass 1 Liter Volumen Boden 1790 bis 1960 g Trockensubstanz enthielt. Indem ich als Einheitswerth die Grösse von 1800 g Trockensubstanz pro

Liter Diluviallehm wie auch pro Liter Diluvialsand annehme und hiernach die Wassermenge pro Liter Boden ermittle, wähle ich ein Verfahren, das jedenfalls nur zu geringe, aber nicht zu hohe Werthe des absoluten Wassergehaltes angeben wird[1]). Es trifft dies um so mehr zu, als ich ferner die an sich wenig mächtige Bünderthonschichte mit ihrem relativ hohen Wassergehalte ganz ausser Rechnung lasse und für diese Schichte nur den Wassergehalt des zunächst anstehenden, wasserärmeren Diluviallehmes einsetze.

Die folgende Tabelle zeigt somit, wie viel Wasser im Minimum die senkrechten Bodenschichten auf die Fläche von 1 qm und 0,5 respective 0,25 m Mächtigkeit enthalten. Die mit Cursivschrift gezeichneten Werthe entsprechen wie vorher dem Wassergehalte des Diluvialsandes.

Friedhofsboden: Die Erdschichten enthalten pro Quadratmeter Grundfläche = Kilogramm Wasser[2]).

Tiefe Meter	2. Dec.	6. Dec.	12. Dec.	19. Dec.	20. Dec.	29. Dec.	3. Jan.	9. Jan.	12. Jan.	16. Jan.	29. Jan.	7. Febr.	14. Febr.	6. März	9. März	15. April
0 — 0,5	136	113	125	124	142	137	139	146	171	146	118	144	125	121	134	101
— 1,0	132	109	113	100	133	*94*	131	133	148	133	123	139	144	106	139	126
— 1,5	129	128	111	123	148	*62*	136	131	139	113	149	136	132	111	149	139
— 2,0	125	115	120	134	144	*81*	116	112	137	112	127	134	124	124	116	113
— 2,5	98	101	109	104	118	*34*	94	109	123	111	111	106	106	110	106	101
— 3,0	98	92	106	103	116	*49*	100	108	*53*	*79*	99	106	117	106	108	94
—3,25	49	46	53	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— 3,5	*18*	*24*	*31*	*45*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe	785	728	768	785	801	457	716	739	771	694	727	765	748	678	752	674

Bis zur Tiefe von 3 respective 3,5 m Tiefe sind also pro Quadratmeter Friedhofsboden 700—800 kg Wasser vorhanden.

1) Die Berechnung erläutert nachstehendes Beispiel: In dem Boden mit 13,1 % Wasser kommen auf 100 — 13,1 = 86,9 g trockenen Boden 13,1 g Wasser, somit auf 1800 g trockenen Boden entsprechend 1 Liter Volumen Boden = 271,3 g Wasser. Bei der Schichtenmächtigkeit von 0,5 m treffen pro 1 qm Bodenfläche 500 Liter Boden, die ganze Schicht enthält also 271,3 × 500 = 136 kg Wasser.

2) Die Decimalen sind in der Weise abgerundet, dass die Werthe über 0,5 als Ganze gerechnet sind, die unter 0,5 in Wegfall kamen.

Eine Ausnahme macht nur die am 29. December entnommene Bodenprobe, welche bis 3^{m} Tiefe nur 457^{kg} Wasser enthält und, wie schon erwähnt, aus einer anderen und schon lange belegten ersten Abtheilung des Friedhofes stammt, deren Boden bis einen halben Meter unter Terrain aus Diluvialsanden besteht.

Berechnet man für die Erdproben die Mittelwerthe des Wassergehalts nach den einzelnen Abständen von je 0,5 zu 0,5^{m}, wobei nur die Diluviallehme, nicht die sandigen Proben der ersten Abtheilung und die am 12. und 16. Januar bei 3^{m} Tiefe angetroffenen Sandschichten eingerechnet sind, so enthält der Boden

	pro Quadratmeter Grundfläche
bei 0 — 0,5^{m} Tiefe . . .	132^{kg} Wasser
— 1,0 » » . . .	127 » »
— 1,5 » » . . .	132 » »
— 2,0 » » . . .	124 » »
— 2,5 » » . . .	107 » »
— 3,0 » » . . .	104 » »
Summe	726^{kg} Wasser.

Die tieferen Erdschichten sind somit bei gleichem Volumen wasserärmer als die oberen, die unter dem directen Einfluss der Niederschläge sich befinden.

Von 3 bis 3,5^{m} Tiefe wurde an 5 Stellen der unter dem Diluviallehm folgende Diluvialsand aufgeschlossen. Im gesammten Mittel enthält dieser Letztere pro Cubikmeter Boden 123^{kg} Wasser.

Wie die auf dem Areale ausgeführten zwei Brunnengrabungen erwiesen, reichen diese Diluvialsande in gleicher Art bis zur Tiefe von 12,5^{m}, woselbst der mittlere Grundwasserstand ansteht. Enthaten die unteren Sandschichten die gleiche Menge Wasser, wie sie in den oberen Sandschichten gefunden wurde, so beträgt unter Ausserachtlassung des vom Grundwasser capillär gehobenen Wassers, die gesammte Wassermenge, welche in den Zwischenräumen des Friedhofsbodens haftet, pro Quadratmeter Grundfläche:

Diluviallehm bis 3^{m} Tiefe . . .	726^{kg} Wasser
Diluvialsande » 12,5 » » . . .	1168 » »
Summe	1894^{kg} Wasser.

Um die Schlussfolgerungen aus den bisher mitgetheilten Beobachtungen zu ziehen, möge der gefundene Wassergehalt im Erdboden übersichtlich folgen.

	Schichtentiefe	enthalten pro Quadratmeter Grundfläche		Mittel pro 1 cbm Boden	
Ablagerungsplatz: Frankfurter Strasse	0 — 3,0 m	1122 kg Wasser		374 kg Wasser	
Ablagerungsplatz: Schleussiger Weg	0 — 2,5 »	797 » »		319 » »	
Erdboden des Brunnenschachtes	0 — 9,45 »	1258 » »		147 » »	
Friedhofsboden: Diluviallehm	0 — 3,00 »	726 » »	1894 kg	242 » »	151 kg
Friedhofsboden: Diluvialsande	3—12,5 »	1168 » »		123 » »	

Zunächst lehren die Zahlen, dass die Zwischenräume des Bodens ein überraschend grosses und auch reich gefülltes Wasserreservoir darstellen.

Die Quantität von 1 kg Wasser pro Quadratmeter Bodenfläche entspricht genau 1 mm Regenhöhe.

Würde der Boden also in Folge von trockener Witterung gänzlich ausgetrocknet sein, so würden die gefundenen Wassermengen erst dann wieder in den Boden gebracht sein, wenn für obige Boden 797 bis 1895 mm Regen eingedrungen und zugleich Nichts abgeflossen oder verdunstet wäre.

Nach dem vieljährigen Mittel beträgt die jährliche Regenmenge in Leipzig 574 mm Regen. Hiervon geht ein beträchtlicher Theil, besonders grosse Mengen des Sommerregens, durch Verdunstung hinweg. Nach den Beobachtungen von Ebermeyer dringen auf freiem, nicht bewaldetem Gebiete nur ca. 50 bis 54 % der Niederschläge in den Boden ein.

Es würde also in Leipzig die in den Boden eindringende Wassermenge etwa die Hälfte der Jahresniederschläge, d. i. 280 mm Regen oder 280 kg Wasser pro 1 qm Boden betragen, d. h. es wird 2,8—6,7 Jahre dauern, bis der oben gefundene Wasservorrath im Boden wieder ersetzt wäre.

Hiernach ist es leicht verständlich, weshalb an verschiedenen Orten kein sichtbares Abhängigkeitsverhältniss zwischen Niederschlagsmenge und Grundwasserbewegung gefunden werden kann.

Die obersten Bodenschichten bilden bereits ein beträchtliches Wasserbassin, welches durch Regen gefüllt, durch andauernde Trockenheit und Hitze wieder geleert wird. Bis zu der Tiefe von 1 ^{m} enthält der Boden pro Quadratmeter Fläche an den Ablagerungsstellen 410 respective 139 ^{kg} Wasser, auf dem Friedhofsgebiete 259 ^{kg} Wasser. Es kann also das während eines ganzen Jahres niederfallende Meteorwasser nach Abzug der Verdunstung bereits von 1^{m} Boden festgehalten werden. Der stark wasserhaltende Boden der Frankfurterstrasse enthält in der oberen Schichte bis 1,58^{m} soviel Wasser, als die gesammten Niederschläge ausmachen, welche während eines Jahres unter Ausschluss jeder Verdunstung niederfallen (= 580^{mm} Regen).

Von dem zufälligen Wechsel zwischen Regen und Trockenheit hängt es ab, ob aus den oberen Bodenhohlräumen die Verdunstung in dem Grade erfolgt, dass auch die mächtigen Sommerregen nicht mehr im Stande sind, die obere Bodenlage ganz zu sättigen.

Besonders bei Mangel an winterlichen Niederschlägen, welche vermöge der geringen Verdunstung in reichlichem Grade in den Boden eindringen, kann auch ein nachfolgendes regenreiches Jahr den Verdunstungsverlust der oberen Schichten nicht rasch genug ergänzen, so dass trotz häufigen Regens das Grundwasser statt zu steigen noch weiter fallen wird.

Ich habe nun zu bemerken, dass die in Leipzig gefundenen Verhältnisse keineswegs auf jede andere Gegend übertragen werden können. Je nach der Bodenart, d. h. der Grösse der Poren, wechselt die wasserhaltende Kraft. Ich erinnere an die oben (Seite 278) mitgetheilten Versuche von Renk und mir, nach welchen ein grobporiger Boden viel weniger capillares Wasser hält als ein feinkörniger, wenn auch beide absolut die gleiche Menge freier Zwischenräume besitzen.

In dem Münchener groben Geröllboden wird die Abhängigkeit von Regen und Grundwasser nicht entfernt so gestört durch die Verdunstung aus den oberen Schichten, wie es in Leipzig der Fall ist.

Ein lockerer Sandboden fasst vielleicht erst bis 1^{m} Tiefe den Wasservorrath, welchen der dichte Boden schon bis 0,25^{m} Tiefe enthält. Gleiche Trockenheit vorausgesetzt, musste sich die Verdunstungszone im lockeren Boden tiefer erstrecken, wenn nicht hier der Umstand compensirend wirkte, dass mit der Tiefe die Erwärmungsfähigkeit des Bodens und deshalb auch die Verdampfung abnehmen muss.

Jedenfalls liegt die Grenze relativ nahe an der Bodenoberfläche, unterhalb welcher die Verdunstungsvorgänge nicht weiter stattfinden, als die periodischen Temperaturschwankungen im Boden bedingen.

Von hier ab beginnt ein Gebiet, in dem die Bodencapillaren stets in vollem Maasse mit Wasser gesättigt sind. Durch eindringenden Regen kann demselben zwar von oben her Wasser zugeführt werden. Die noch vorhandenen freien Poren werden hierdurch vorübergehend mit Wasser gefüllt, sie können aber dasselbe nicht festhalten, sondern lassen es weiter sinken, bis die dem Boden eigene Wassercapacität wieder erreicht ist.

Ich hatte in einem Blechrohre von 4,62^{mm} Durchmesser und 25^{cm} Höhe verschiedene Bodensorten eingeschüttelt und das Rohr nebst Inhalt zur Ermittlung der Wassercapacität gewogen, und wiederholt Wasser aufgegossen, bis der ganze Boden durchtränkt war. Nachdem abgewartet war, bis der Wasserüberschuss im Boden abgeflossen war und kein Tropfen von der unteren Fläche des Sandrohres abfiel, wurde das von ihm festgehaltene Wasser durch Wägung des Apparates bestimmt, und nun liess ich aus einer Pipette tropfenweise nach Art des Regens jedesmal 50^{ccm} Wasser auffliessen und sammelte das unten abträufelnde Wasser in einem gewogenen Kolben so lange noch ein Abfluss erfolgte.

Das Ergebniss für die verschiedenen Bodenqualitäten zeigt folgende Tabelle, in welcher die Korngrösse des Bodens (= Millimeter

Durchmesser), die von dem gesättigten Boden zurückbehaltene Wassermenge und die nach Aufgiessen von je 50 ccm erhaltene Abflussmenge angegeben sind.

Boden-Korngrösse		Sand 1 5 mm Durchmesser	Sand 2 3 mm Durchmesser	Sand 3 2 mm Durchmesser	Sand 4 1 mm Durchmesser	Sand 5 0,5 mm Durchmesser
Festgehaltenes Wasser im Bodenrohre		24 g	31 g	38 g	60 g	108 g
Abflussmenge (= Gramm) nach Aufgiessen von 50 ccm Wasser	Nr. 1	49,8	49,2	49,4	49,3	49,9
	» 2	49,3	48,7	49,4	49,3	50,2
	» 3	49,0	49,2	49,4	49,1	50,2
	» 4	49,3	49,0	49,6	48,6	50,2
	» 5	49,7	49,2	49,8	49,3	50,7

Mochte also der Boden nach der einmal vorhergehenden Durchfeuchtung 24 g Wasser oder 108 g Capillarwasser enthalten, so wurde durch das Aufgiessen von je 50 ccm Wasser (entsprechend einem Regen von 30 mm Höhe) stets die gleiche Menge unten als Ausfluss erhalten.

Im gesättigten Zustande wird der Boden nur ganz vorübergehend und für die Zeit wasserreicher, bis das Niedersinken abgelaufen ist.

Die geringen Schwankungen bei obigem Versuche rühren davon her, dass etwas Wasser während des Versuches verdunstete und in dem locker gefüllten Boden Nr. 5 durch das wiederholte Aufgiessen eine dichtere Lagerung der Sandtheilchen noch stattfand.

Hinsichtlich der Feuchtigkeit im Boden hat man also drei ungleichwerthige Gebiete oder Schichten zu unterscheiden.

1. Die Verdunstungszone.

Es ist dies die oberste Strecke, welche, abhängig von den Witterungsverhältnissen, den grössten Schwankungen im Wassergehalte ausgesetzt ist. Hier können die Zustände von fast gänzlicher Trockenheit bis völliger Sättigung der Capillaren wechseln.

Diese Zone hat hygienisch um so grössere Bedeutung, als sie den von oben her erfolgenden Verunreinigungen, der directen Invasion von pathogenen Pilzen, den höchsten wie niedrigsten Temperaturgraden am meisten ausgesetzt ist. Sie ist der Raum, in welchem nach vorhergehender andauernder Trockenheit der Regen eines halben oder selbst eines ganzen Jahres aufgefangen und festgehalten werden kann, so dass kein Tropfen in die unteren Schichten abfliesst.

2. Die Durchgangszone,

wie ich die mittlere Strecke des Bodens bezeichnen möchte, in welcher die Wasserverdunstung nicht mehr zur Geltung kommt, da die oberhalb gelegene Verdunstungszone einen hinreichenden Wasservorrath birgt. Diese Durchgangszone hat einen constanten und reichlichen Wassergehalt entsprechend der Grösse der Bodencapillaren. Das Wasser hier stagnirt vollkommen im Boden, so lange nicht von oben aus ein Zufluss erfolgt. Derselbe ändert aber nur vorübergehend den Wasserreichthum dieser Strecke, insofern das eindringende Wasser die Capillaren je nach ihrer Grösse rascher oder langsamer passirt und sich nach dem Abfliessen wieder der vorher vorhandene Wassergehalt einstellt.

Um den unteren Schichten Wasser zu spenden, muss diese Zone vorher in einen völlig mit Wasser gesättigten Zustand versetzt sein, erst dann fliesst der Ueberschuss weiter.

Die absoluten Wassermengen können hier je nach der Mächtigkeit der Bodenschichte höchst ansehnliche Werthe erreichen, welche den Niederschlägen mehrerer Jahre entsprechen.

3. Die Zone des capillaren Grundwasserstandes.

Dieselbe hebt von der Fläche des Grundwassers an und macht den Boden in dem Grade wasserreich, als die Grösse der Zwischenräume ein höheres oder geringeres Ansteigen des Wassers bedingt. In einem grobkörnigen Boden wird diese Zone nur wenige Decimeter, in feinkörnigem 1 und 2^{m} betragen können.

Die Beziehungen zwischen Grundwasserstand und Bodendurchfeuchtung lassen sich nach dem Vorstehenden gleichfalls näher präcisiren.

Wie schon früher angegeben, können Grundwasserschwankungen von **seitlichen Zuflüssen** abhängig sein und sind dann selbstverständlich nur insoweit ein Maassstab der lokalen Bodendurchfeuchtung, als sie die 3. Zone der capillaren Grundwassererhebung betreffen.

Beobachten wir, dass an einem Orte, welcher von seitlichen Zuflüssen nicht beeinflusst wird, der **Grundwasserspiegel still steht oder fällt**, so ist nur der Rückschluss zulässig, dass kein Wasser mehr von oben her zufliesst und dass die mittlere Bodenschichte (die Durchgangszone) die Constante ihres Wassergehaltes erreicht hat und das Niedersinken von Wasser aufhört.

Aus den Ermittlungen der früheren Versuche am natürlichen Boden zeigte sich, dass diese Constante in einem Cubikmeter Erde, d. i. bei 1^{qm} Grundfläche und 1^{m} Bodenschichte absolut mehr Wasser betragen kann, als die während eines Jahres in den Boden eindringenden Niederschläge darstellen.

Der Stillstand oder das Sinken des Grundwassers gewährt also für diese **mittleren** Bodenschichten keinen oder nur einen unwesentlichen Maassstab der Trockenheit, indem die in der Zeiteinheit durchsickernde Wassermenge nur einen kleinen Bruchtheil des schon vorhandenen Wassers ausmacht. Ich erinnere nur an die oben (S. 291 ff.) mitgetheilten Wasservorräthe im natürlichen Boden.

Die mittleren Bodenschichten empfangen nur den Ueberschuss an Wasser, welchen die obersten Schichten abgeben. Das Fallen des Grundwassers weist also vor allem darauf hin, dass die obersten Schichten kein Wasser mehr an die mittleren und unteren abgeben, dass also oben bereits Wassermangel herrscht. Je weitgehender die Austrocknung in der oberen Verdunstungszone des Bodens fortgeschritten ist, desto andauernder und tiefer wird das Grundwasser fallen müssen, indem nunmehr selbst reichliche Regen in der ersten Strecke festgehalten werden und das Grundwasser noch solange weiter fällt, bis das obere ausgetrocknete Wasserbassin im Boden wieder gefüllt ist.

Erst wenn dies durch reichliche Niederschläge geschehen ist, beginnt der Abfluss des Wassers von der Oberfläche des

Bodens zum Grundwasser. Von lokalen Bedingungen, wie von der Höhe der Erdschichte, durch welche das Wasser zu filtriren hat, von der leichteren Durchlässigkeit des Bodens, in dem eine Abwärtsbewegung bald vollendet ist, u. dgl. hängt es ab, in welcher Frist das Steigen des Grundwassers wieder beginnt und wie lange es nachhält.

Es ist verständlich, weshalb gleiche Regenmengen nicht gleiche Grundwasserbewegungen hervorrufen können.

Die lokalen Grundwasserschwankungen, d. h. jene, welche nur durch lokales Eindringen von Niederschlägen unter Ausschluss der seitlichen Zuflüsse bewirkt werden, geben somit vorzugsweise einen Maassstab für die vorhergehenden Durchfeuchtungszustände der obersten Bodenschichten.

Das Sinken des Grundwassers sagt, dass nicht nur der Abfluss aus den obersten Schichten aufgehört hat und die Verdunstung hier überwiegt, sondern dass auch alle auf die Oberfläche gebrachten, organisirten wie nicht organisirten Verunreinigungen hier verbleiben, und selbst starke Regen nur eine oberflächliche Benetzung hervorbringen, ohne die Stoffe tiefer nach dem Grundwasser zu führen.

Mag das Grundwasser z. B. 5 m oder 15 m unter der Oberfläche stehen oder in Folge von andauerd nassen oder trockenen Jahrgängen einen durchschnittlich hohen oder tiefen Stand besitzen, so geben die örtlichen Schwankungen ein zutreffendes Bild über die vorausgegangenen Durchfeuchtungszustände der obersten Bodenschichten, während gleichzeitig in den mittleren Zonen eine für jede Korngrösse des Bodens nahezu constante Durchfeuchtung vorhanden ist und von Schichte zu Schichte andere Werthe besitzt, wie die Wasserbestimmungen im natürlichen Boden bewiesen.

Die Heiz- und Ventilationsanlagen in den Staatslehranstalten des Königreichs Sachsen.

Von

Dr. Hermann Reinhard,

Präsident des Landesmedicinalcollegiums in Dresden.

Durch übereinstimmenden Beschluss beider Kammern des Königreichs Sachsen war im Jahre 1880 beantragt worden, »die Regierung wolle Erörterungen darüber anstellen lassen, wie die Heizungsanlagen für Räumlichkeiten, die zur Benutzung von Staatslehranstalten dienen, herzustellen sind, wenn sie einerseits ihrem Zwecke entsprechen, dabei aber namentlich der Gesundheit nicht schädlich sein, andrerseits die relativ wenigsten Anlage-, Unterhaltungs- und Betriebskosten verursachen sollen, insbesondere unter welchen Verhältnissen a) gute Zimmeröfen oder b) Centralheizungen — und beziehentlich welches System — anzuwenden sind«.

Auf diesen Antrag ist von den Ministerien des Innern, des Cultus und öffentlichen Unterrichts und der Finanzen nach Gehör des Landesmedicinalcollegiums und des Oberlandbaumeisters an die betheiligten Behörden und Beamten nachstehende, den Untersuchungsplan darlegende Verordnung erlassen worden:

»Aus Anlass eines Antrags der Stände sind über die Heiz- und Ventilations-Anlagen in den Staatslehranstalten und den vom Staate verwalteten städtischen Lehranstalten in den nachstehend bezeichneten Richtungen genaue Erörterungen zu veranstalten:

1. In bautechnischer Beziehung ist eine genaue Beschreibung des betreffenden Gebäudes,
   der in demselben befindlichen Heizanlagen, ob Ofen- oder Centralheizung, bei letzterer des Systems derselben,

der Ventilationseinrichtungen, wenn solche vorhanden
und des Systems derselben

aufzunehmen.

Hierüber sind für jede einzelne Staatslehranstalt die in der beigefügten Tabelle unter I rubricirten Angaben zusammenzustellen.

Die vorstehend bezeichneten Erörterungen sind von dem Landbaubeamten des Bezirks, unter Vernehmung mit dem Director der Anstalt, an denjenigen Anstalten, an welchen selbst Bauverständige angestellt sind, von dem betreffenden, oder wo mehrere vorhanden, von dem von der Direction der Anstalt mit Auftrag versehenen Bauverständigen, an städtischen, jedoch unter Verwaltung des Staates stehenden Lehranstalten von dem betreffenden Stadtrathe unter Zuziehung des Stadt- oder Landbaumeisters zu bewirken.

Das Ergebniss der Erörterungen ist dem betreffenden Ressort-Ministerium unter Beifügung der Tabellen I bis längstens den 1. März 1881 anzuzeigen.

2. In hygienischer Beziehung sind während eines gewissen Zeitraumes die Temperatur, der Kohlensäure- und der relative Feuchtigkeitsgehalt der Zimmerluft genau zu beobachten und das Ergebniss nach der beigefügten Tabelle unter II zusammenzustellen.

Hierzu wird bemerkt:

a) Die Beobachtungen sind während trockener Witterung mit einigen Kältegraden im Monat Januar oder, wenn in diesem Monate abnorme Witterung stattfinden sollte, im Monat Februar eine ganze Woche hindurch sowohl vor oder kurz nach Beginn, als auch kurz vor Schluss des Vormittagsunterrichtes vorzunehmen.

b) Der Beobachter hat sich zu überzeugen, dass die zur Regelung der Ventilation bestimmten Klappen und Verschlüsse während der ganzen Zeit des Vormittagsunterrichts ihre regelrechte Stellung gehabt haben, alle zur geordneten Ventilation nicht bestimmten Fenster und Thüren aber, mit Ausnahme der Zwischenpausen, welche möglichst gleichmässig einzuhalten sind, geschlossen bleiben.

Die Beobachtungen am Schlusse des Vormittagsunterrichts sind selbstverständlich vor dem Verlassen der Zimmer seitens der Studirenden oder Schüler vorzunehmen.

c) Bei dem Vorhandensein eines einheitlichen Heiz- und Ventilationssystems genügt die Beobachtung in zwei Zimmern jedes Stockwerks mit einer Durchschnittszahl von je 40 bis 50 Schülern (Studirenden). Wenn die Unterrichtszimmer nach verschiedenen Himmelsrichtungen liegen, so sind für die Untersuchung je zwei Zimmer zu wählen, welche in dieser Beziehung in ihrer Lage differiren. Liegen alle Unterrichtszimmer nach einer Richtung, so sind je ein Eck- und ein Mittelzimmer der Untersuchung zu unterziehen.

Die Tabelle II ist zu möglichster Uebersichtlichkeit über jedes zu untersuchende Zimmer jedes einzelnen Stockwerks unter genauer Bezeichnung desselben auf der Tabelle, besonders aufzustellen.

d) Die Temperatur, wie der Feuchtigkeitsgehalt der Zimmerluft, sind mit einem in der Mitte des Zimmers in Tischhöhe aufgestelllen August'schen Psychrometer zu bestimmen, zur Ermittlung der Reinheit der Luft nach der bekannten Pettenkofer'schen Methode eine Luftprobe zu entnehmen und unter gleichzeitiger Beobachtung des Barometerstandes ihr Kohlensäuregehalt festzustellen.

Das Nähere über die Methoden dieser Untersuchungen mit den zu Berechnung der Resultate erforderlichen Tabellen findet sich in dem »Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden von Dr. Flügge, Leipzig 1881« und zwar über die Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes Seite 83 ff., die Pettenkofer'sche Methode Seite 135 ff. angegeben; die Tabellen sind Seite 564—573 beigefügt.

Dieses Lehrbuch, ein August'scher Psychrometer und die für die Pettenkofer'sche Methode nöthigen Büretten, Flaschen etc. sind, wo solche nicht bereits vorhanden, anzuschaffen. Dabei wird für die Erwerbung von Psychrometern die Firma Dr. A. Geissler in Bonn, für die Petten-

kofer'schen Apparate die Firma Franz Hugershoff in Leipzig als geeignete Bezugsquelle empfohlen.

e) Mit Vornahme der vorbezeichneten Untersuchungen werden die an den einzelnen Anstalten fungirenden Professoren oder Lehrer der Physik und Chemie beauftragt. Wo deren mehrere an einer Anstalt angestellt sind, hat die Direction der Anstalt das Nähere hierüber zu bestimmen.

f) Das Ergebniss dieser Untersuchungen ist durch die Direction der Anstalt dem betreffenden Ressort-Ministerium längstens bis zum 15. März 1881 anzuzeigen.«

Die hierin erwähnten Tabellen enthielten folgende Spalten und zwar Tabelle I:

1. Anzahl der Zimmer,

2. Angabe des Gasammtrauminhalts derselben nach Cubikmetern,

3. Gesammtkostenaufwand der Heizeinrichtung, einschliesslich des Ofen- resp. Mantelbaues bei Centralheizung,

4. Gesammtkosten der Ventilationseinrichtung; die Ventilationskanäle nach laufenden Metern berechnet, einschliesslich der Dunstköpfe, Stellklappen, Schieber etc.

5. Zuschlag der Mehrkosten, z. B. bei Luftheizung für den Mehrbetrag, welchen die grössere Stärke der Scheidemauern gegenüber dem Constructionsbedürfniss fordert, in denen Heiz- und Ventilationskanäle befindlich sind,

6. Kostenberechnung der besonderen Ventilationseinrichtung in Fenstern und an Thüren,

7. Unterhaltungs- und Reparaturkosten der Heizanlage im Jahre nach einer möglichst langen Durchschnittsberechnung, mit Angabe des hierfür berechneten Zeitraums,

8. Heizmaterialverbrauch im Jahre, einschliesslich der besonderen Heizerlöhne, ebenfalls nach einer möglichst langen Durchschnittszeit,

9. Bemerkungen. Eine Angabe der Anzahl der Tage, an welchen im Jahre geheizt worden, erscheint wünschenswerth.

Für die Tabelle II, welche die hygienisch wichtigeren Punkte betrifft, waren folgende Spalten aufgestellt:

1. Bezeichnung des Zimmers,

2. Stockwerk und Himmelsrichtung, desgleichen ob das Zimmer ein Eckzimmer ist oder nicht,

3. Zahl der Schüler (Studirenden), welche das Zimmer zur Zeit der Untersuchung besuchen,

4. Grösse des Raumes nach Cubikmetern,

5. Tageszeit der Untersuchung und zwar a) früh 8 Uhr, b) mittags 12 Uhr,

6. Gehalt der Zimmerluft an Kohlensäure in 10000 Volumtheilen,

7. Temperatur im Zimmer in Graden Réaumur,

8. Feuchtigkeitsgehalt der Zimmerluft relativ in Procenten,

9. Bemerkungen. Angabe ob Ventilationsvorrichtungen vorhanden und ob dieselben in gehörigem Gange sind oder nicht.

Nach Maassgabe dieser Vorschriften sind denn auch im Winter 1880/81 die verlangten Erörterungen und Beobachtungen in den 40 Lehranstalten, welche ihnen zu unterwerfen waren, durchgeführt worden. Es waren dies der Mehrzahl nach Schullehrerseminare, Realschulen und Gymnasien, daneben auch einige Baugewerken-, Kunstgewerbe- und andere Fachschulen, sowie das Polytechnikum und die Thierarzneischule in Dresden und die Forstakademie zu Tharandt.

Die in diesen Anstalten bestehenden Heizanlagen bieten nun zwar eine grosse Mannigfaltigkeit, indessen lassen sie sich doch im Wesentlichen in drei Systeme gliedern. Die Mehrzahl der Anstalten hat ausschliesslich oder zum Theil gewöhnliche Ofenheizung mittels Kachel- oder eisernen Oefen, in einigen finden sich auch Mantelöfen zur zweckmässigeren Führung der Ventilation. Eine nicht viel geringere Zahl der Anstalten besitzt Heisswasserheizanlagen (modificirtes Perkins'sches System), und in nur einigen wenigen sind Luftheizungen verschiedener Construction vorhanden.

Die von den Baubeamten veranstalteten und in den Formularen der Tabelle I niedergelegten Ermittlungen über die Art der Heiz- und Ventilationseinrichtungen, sowie über deren Kosten sind vom Oberlandbaumeister Canzler zusammengestellt und derart geordnet und gruppirt worden, dass von jedem Gebäude ersehen werden kann, wie viel, der Vergleichbarkeit wegen alles

auf je 100 ^{cbm} Heizraum berechnet, die Heizeinrichtungskosten im Allgemeinen betragen, wie hoch sich die Verzinsung dieses Aufwandes verbunden mit dem Unterhaltungs- und Heizmaterialaufwande pro Jahr und pro Heiztag beläuft und endlich auf wieviel, ebenfalls pro Jahr und pro Tag der Heizmaterialverbrauch allein in Anschlag zu bringen ist.

Je nachdem in der einzelnen Anstalt ein einziges Heizsystem in Anwendung gekommen ist, oder mehrere in verschiedenem Umfange, unterscheidet er sechs Gruppen der Anstalten, — nämlich:

A. vollständige Luftheizung,

B. Dampfwasserluftheizung von Sulzer in Winterthur,

C. Heisswasserheizung und Ofenheizung zu fast gleichen Theilen,

D. Heisswasserheizung zum grösseren Theile, mit Ofenheizung in den Turnhallen und der Hausmannswohnung,

E. Heisswasserheizung allein berechnet, die Ofenheizung unberücksichtigt gelassen und

F. die gewöhnliche Ofenheizung.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in folgender Tabelle übersichtlich zusammengestellt:

Auf je 100 ^{cbm} Heizraum betragen die Kosten	Der gesammten Einrichtung		Der Verzinsung dieser Kosten, Unterhaltungs- u. Heizmaterialaufwand			Des Heizmaterialverbrauches allein		
			pro Jahr		pro Tag	pro Jahr		pro Tag
A. Bei der Luftheizungseinrichtung:	M.	Pf.	M.	Pf.	Pf.	M.	Pf.	Pf.
Am Polytechnikum zu Dresden:								
Hauptgebäude	614	80	53	33	45	21	—	18
Laboratorium	745	—	79	—	59	37	—	28
Realschule zu Annaberg	294	15	44	60	25	28	31	16
Gymnasium zu Chemnitz	247	79	36	84	23	23	93	16
B. Bei der Dampfwasser-Luftheizung:								
Technische Lehranstalt zu Chemnitz	724	—	51	60	43	14	80	12
Landesschule zu Meissen	560	31	72	66	38	33	16	17

Auf je 100 cbm Heizraum betragen die Kosten	Der gesammten Einrichtung		Der Verzinsung dieser Kosten, Unterhaltungs- u. Heizmaterialaufwand			Des Heizmaterialverbrauches allein		
			pro Jahr		pro Tag	pro Jahr		pro Tag
	ℳ	₰	ℳ	₰	₰	ℳ	₰	₰
C. Bei der Kunstgewerbeschule zu Dresden, theils Heisswasser, theils Ofenheizung .	138	—	31	76	19	22	91	15
D. Bei Heisswasserheizung in den Unterrichtszimmern und Ofenheizung in Nebenräumen und Turnhallen in gemeinsamen Untersuchungen:								
Realschule zu Döbeln	242	91	40	61	22	25	88	14
» » Plauen	332	47	36	71	20	20	37	11
Gymnasium zu Dresden	313	39	40	02	22	20	53	11
» » Leipzig	322	48	41	81	23	21	73	12
» » Freiberg	321	59	50	88	29	29	65	17
» » Zittau	231	81	43	55	24	29	84	17
E. Heisswasserheizungen, getrennt von den Ofenheizungen berechnet und die Ansätze für erstere nur in Berechnung gebracht:								
Seminar zu Dresden	397	75	64	09	34	38	59	21
» » Schneeberg	370	—	48	50	25	28	81	15
» » Auerbach	322	—	53	80	28	34	79	18
» » Zschopau	401	05	45	40	35	22	79	12
» » Annaberg	360	73	59	73	31	41	29	22
» » Löbau	306	61	44	60	24	25	38	14
» » Pirna	304	98	43	59	23	22	92	13
» » Nossen	308	03	54	—	29	35	38	19
» » Grimma	458	43	65	59	36	39	84	21
» » Oschatz	419	35	52	01	28	28	41	15
F. Die Lehranstalten mit Ofenheizung und mit ganz unbedeutender, meist ganz ohne Ventilation:								
Die Fachgewerbeschule zu Grünhainichen	201	—	73	84	36	57	—	27
Die Forstakademie zu Tharandt . . .	78	50	77	58	47	71	30	43
Die Thierarzneischule zu Dresden . .	75	66	75	64	46	68	88	42
Die Kunstakademie und Kunstgewerbeschule zu Leipzig	41	43	45	—	28	41	81	26
Die Baugewerkenschule zu Dresden . .	63	80	39	17	29	35	78	26

Auf je 100 cbm Heizraum betragen die Kosten	Der gesammten Einrichtung		Der Verzinsung dieser Kosten, Unterhaltungs- u. Heizmaterialaufwand			Des Heizmaterialverbrauches allein		
			pro Jahr		pro Tag	pro Jahr		pro Tag
	ℳ	₰	ℳ	₰	₰	ℳ	₰	₰
Die Baugewerkenschule zu Plauen . .	64	96	53	10	38	47	77	34
Die dergl. zu Zittau	73	53	49	37	35	38	77	27
Die Landesschule zu Grimma	60	71	33	81	18	23	41	13
Das Gymnasium zu Bautzen	78	—	20	47	12	15	25	09
Das dergl. zu Zwickau	87	50	25	87	17	16	50	11
Das dergl. zu Plauen	83	62	20	09	12	17	67	11
Das Lehrerinnen-Seminar zu Dresden .	96	26	43	51	25	36	39	21
Das Seminar zu Plauen	60	12	38	58	22	26	45	15
Das dergl. zu Waldenburg	88	73	36	37	21	28	75	17
Das Lehrerinnen-Seminar zu Callnberg	90	36	39	34	23	30	35	18
Das Nebenseminar zu Grimma . . .	112	28	38	49	22	30	98	17
Das Seminar zu Borna	103	78	36	57	21	28	75	16
Eine aus allen diesen 6 verschiedenen Heizresultaten genommene Durchschnittsberechnung ergibt auf 100 cbm zu beheizenden Raum verglichen:								
A. Für die Luftheizung								
α) wenn man das vervollkommnete System im Polytechnikum mit einrechnet, dessen Kosten wesentlich höher sind	475	44	53	44	38	27	58	19
β) Luftheizung in Bezug auf das Kelling'sche System allein angenommen	270	97	41	22	24	26	12	16
B. Für die Dampfwasserheizung von Sulzer in Winterthur	642	16	62	13	40	23	98	15
C. Für die Heizung circa zur Hälfte mit Oefen, theils mit Heisswasserheizung	138	—	31	76	19	22	91	15
D. Für die Heisswasserheizung zum grösseren Theil, Turnhallen und einzelne Nebenräume mit Ofenheizung mit eingerechnet, durchschnittlich	296	11	42	28	23	24	70	13
E. Für Heisswasserheizungseinrichtung allein berechnet	346	89	53	15	28	31	81	17
F. Für gewöhnliche Ofenheizung . .	85	90	43	93	27	36	22	22

Es erhellt hieraus, dass, wenn man von den Anstalten mit gemischten Heizsystemen, sowie von der eine Ausnahme bildenden Heizanlage des Polytechnikums[1]) absieht, die Einrichtungskosten auf je 100 cbm beheizten Raumes im Mittel folgende Reihe bilden:

642,16 M. bei der Sulzer'schen Dampfwasserluftheizung,
346,89 „ „ „ Heisswasserheizung,
270,97 „ „ „ Kelling'schen Luftheizung und
85,90 „ „ „ gewöhnlichen Ofenheizung.

Dagegen betrug der Heizaufwand pro Tag ebenfalls auf je 100 cbm Raum berechnet,

0,22 M. bei der Localofenheizung,
0,17 „ „ „ Heisswasserheizung,
0,16 „ „ „ Kelling'schen Luftheizung und
0,15 „ „ „ Sulzer'schen Heizung.

Bei der grossen praktischen Wichtigkeit der Kostenfrage, wo die Wahl der anzuwendenden Heiz- und Ventilationsanlagen in Frage steht, dürfte es von Werth sein, wenigstens von einigen der untersuchten Anstalten die Ergebnisse der Untersuchung in Bezug auf ihren Raumgehalt, die Art der Heizung und die Berechnungsweise in Betreff der Einrichtungs- und der Betriebskosten hier aufzuführen.

1. Polytechnikum zu Dresden.

a) Hauptgebäude.

76 Zimmer, davon
9 = 18467 cbm mit Luftheizung,
41 Saal = 2846 cbm mit Dampfheizung,
26 Zimmer = 3752 cbm mit Ofenheizung,
2 Kochmaschinen = 1/2 Zimmerheizung à 60 cbm = 60 cbm }
1 Waschkessel = 1/6 Zimmerheizung . . . . = 10 » } 70 cbm
zusammen 25135 cbm und zwar 4/6 Luftheizung,
1/6 Dampfheizung,
1/6 Ofenheizung.

Gesammtkosten des Bauaufwandes für die Heiz- und Ventilationseinrichtung:

Heizeinrichtung	=	85240 M.
Ventilationskanäle	=	55512 »
Mauerverstärkung	=	13770 »
		154522 M.,

daher bei 25135 cbm = pro 100 cbm . . . . 614 M. 08 Pf.

1) Es wird hier jedes Zimmer direct durch einen darunter stehenden Ofen geheizt und ventilirt.

Der Unterhaltungsaufwand beziffert sich bei 154522 ℳ Einrichtungskosten, Verzinsung zu 5 %, auf jährlich 7716 ℳ 10 ₰
die jährlichen Reparaturkosten . . . . . = 530 » — »
Heizmaterial und Heizerlöhne . . . . . . = 5268 » 88 »

13515 ℳ 98 ₰

daher bei 25135 cbm = pro 100 cbm Unterhaltungsaufwand und Verzinsung . . . . = 53 ℳ 33 ₰
und es folgt daraus bei 117 Heiztagen auf 100 cbm Kosten für 1 Tag . . . . = — » 45 »
oder Heizmaterial und Heizerlöhne für sich mit 5268 ℳ 88 ₰ berechnet bei 25135 cbm = pro 100 cbm jährlich . . . . 21 » — »
oder bei 117 Heiztagen auf 100 cbm Kosten für 1 Tag . . = — » 18 »

b) Laboratorium.

20 Zimmer, davon
13 mit 4866 cbm Luftheizung,
2 » 204 » Dampfheizung,
5 » 293 » Ofenheizung,
überdies 15 » 1 Kochmaschine

5378 cbm und zwar:
$^{90}/_{100}$ Luftheizung,
$^{4}/_{100}$ Dampfheizung,
$^{6}/_{100}$ Ofenheizung.

Bei der Zusammenstellung der Gesammtkosteneinrichtung für die Heizung und Ventilation ist vorauszuschicken, dass der Aufwand für die Dampfheizung nur zur Hälfte der besagten Einrichtung zur Last geschrieben werden kann, da der Dampfkessel nebenbei auch für Lehrwecke in Verwendung kommt. Wieviel etwa auf den Heizaufwand dabei zu rechnen wäre, ist aus Mangel an Angaben nicht zu bestimmen. Daher kommt in Ansatz:

Heizeinrichtung: 16140 ℳ + $\frac{5880}{2}$ ℳ + 540 ℳ + 100 ℳ . . . . = 19720 ℳ
Ventilationseinrichtung . . . . = 17217 »
Mauerverstärkung . . . . = 2997 »

Sa. 39934 ℳ

daher bei rund 5380 cbm pro 100 cbm . . . . = 745 ℳ — ₰

Der Unterhaltungsaufwand beziffert sich bei 39934 ℳ Einrichtungskosten, zu 5 % verzinst, alljährlich auf 1996 ℳ 70 ₰
jährliche Reparaturkosten . . . . = 241 » 03 »
Heizerlöhne und Heizmaterial . . = 1988 » 26 »

Sa. 4225 ℳ 99 ₰,
voll 4226 ℳ,

daher bei 5380 cbm pro 100 cbm Verzinsung und Unterhaltungsaufwand . . . . rund 79 » — »
und es folgen daraus bei 133 Heiztagen diese Kosten pro 100 cbm pro Tag . . . . — » 59 »

oder Heizmaterial und Heizerlöhne für sich berechnet mit 1988 ℳ 26 ₰ bei 5380 cbm = pro 100 cbm . . . . . . rund 37 ℳ — ₰
und es folgt daraus bei 133 Heiztagen 100 cbm zu heizen pro 1 Tag — » 28 »

2. Technische Lehranstalten zu Chemnitz.

Hauptgebäude 69 Räume.
Laboratorium 46 Räume.

Dampfwasserheizung nach dem verbesserten System der Gebrüder Sulzer in Winterthur, und zwar: mit 15° R. in Lehrzimmern und Verwaltungsräumen, Sammlungs-, Abtritträume und Corridore wie Treppenhäuser nur temperirt, d. h. auf 4—6° R. Aula und Haupttreppe des Hauptgebäudes Dampfluftheizung, Lehrer- und Laboratoriumdiener-Wohnung im Laboratorium, wie die Hausmeisterwohnung und Schuldienerwohnung im Hauptgebäude gewöhnliche Ofenheizung.

Der Dampf strömt in die cylindrischen Oefen mit innerlich offenem Ring von oben ein; diese sind zu ²/₃ mit Wasser gefüllt und es entsteht sonach eine Dampfwasserheizung.

Luftheizung durch Heizspiralen im Souterrain beheizt.

Hauptgebäude . . . 19858,25 cbm
Laboratorium . . . 7669,03 » } Sa. 27527,28 cbm.

Die besondere Luftheizung in der Aula kommt der grossen Zahl der übrigen Räume wegen gar nicht in Betracht, zumal da der Heizmeter derselbe ist.

Die ganze Kesselanlage, die Heizofen und Spiralen, Gitter etc., wie Kesselhaus und Schornstein kosten zusammen 197304 ℳ 90 ₰. Da aber der Kessel im Laboratorium auch und namentlich im Sommer zu Lehrzwecken besonders benutzt wird, so wird ein Theil der Herstellungskosten für Kessel, Kesselhaus und Schornstein, im Ganzen auf 67838 ℳ 9 ₰ und zwar ¼ des Aufwandes hier abgerechnet werden können,

		ℳ	₰
daher Einrichtungskosten		197304 ℳ	90 ₰
	÷	16959 »	50 »
		180345 ℳ	40 ₰
Kosten der Ventilationseinrichtung		19052 »	50 »
	Sa	199397 ℳ	90 ₰
oder bei 27527 cbm pro 100 cbm	=	724 »	— »
Der Unterhaltungsaufwand beziffert sich bei 199397 ℳ 90 ₰ Einrichtungskosten, zu 5 % verzinst, alljährlich auf .		9969 »	90 »
Jährliche Unterhaltungs- und Reparaturkosten . . .		148 »	65 »

Der Gesammtbedarf an Heizmaterial berechnet sich einschliesslich Heizerlöhne auf zusammen 4893 ℳ 82 ₰, davon 1824 ℳ 75 ₰ Heizerlöhne. Der erzeugte Dampf dient jedoch auch auf circa 120 Tage zur Dampferzeugung im Laboratorium, auch hat der Heizer als Laboratoriumdiener zu arbeiten, wie auch verschiedene Schlosserarbeiten an Gas- und Wasserleitung mit zu besorgen, so dass unter Abzug von circa ⅙ hierfür

für die wirkliche Heizung nur 5/6 des obigen Aufwandes in Ansatz kommen kann, daher circa . . . . 4078 ℳ 18 ₰

14196 ℳ 73 ₰

oder bei 27527 cbm pro 100 cbm . . . . 51 » 60 »

und es folgt daraus bei 120 Heiztagen auf 100 cbm Kosten für 1 Tag . . . . — » 43 »

Heizmaterial und Heizerlöhne für sich mit 4078 ℳ 18 ₰ berechnet, bei 27527 cbm pro 100 cbm . . . . 14 » 80 »

und bei 120 Heiztagen der entsprechende Kostenaufwand auf 1 Tag pro 100 cbm . . . . — » 12 »

3. Die Forstakademie zu Tharandt.

Meistens Kachelöfen und einige eiserne Etagen- und Rundöfen.

11 Auditorien und die Aula . . . . = 2269 cbm

Hierzu die Registratorwohnung mit

1 Stubenheizung . . . . = 60 »

1 Küchenheizung = 1/2 Heizung . . = 30 »

1 Waschhaus mit 1/6 Stubenheizung . = 10 »

Sa. 2369 cbm.

1600 ℳ betragen laut Tabelle die Kosten der Ofenbeschaffung in den Hörsälen etc. Hierzu

90 » die Kosten für 1 Stubenofen in der Registratorwohnung,

80 » für 1 Kochmaschine,

90 » für 1 Waschkessel

1860 ℳ

Demnach berechnen sich die Einrichtungskosten bei 2369 cbm mit 1860 ℳ Kosten, pro 100 cbm . . . . 78 ℳ 5 ₰

Die Verzinsung beziffert sich mit 1860 ℳ Einrichtungsaufwand zu 5% auf 1 Jahr . . . . = 91 ℳ

hierzu der Unterhaltungsaufwand . . . . . . = 59 »

ferner Heizmaterialverbrauch und Heizerlöhne, einschliesslich der Registratorwohnung . . = 1688 »

Sa. 1838 ℳ,

bei 2369 cbm pro 100 cbm im Jahre . . . . 77 » 58 »

oder bei 165 Heiztagen pro 100 cbm für den Tag . . . . . — » 47 »

Heizmaterial und Heizerlöhne für sich berechnet mit 1688 ℳ bei 2369 cbm pro 100 cbm im Jahre . . . . 71 » 3 »

und bei 165 Heiztagen pro 100 cbm für 1 Tag. . . . . . . — » 43 »

4. Die Thierarzneischule zu Dresden,

durchgängig Ofenheizung verschiedenster Construction, doch vorherrschend eiserne Reguliröfen.

16 Zimmer zu beheizen mit 1993 cbm Rauminhalt kosten einzurichten, nämlich mit Heizöfen zu versehen, 1508 ℳ, demnach bei 1993 cbm 100 cbm . . . . = 75 ℳ 66 ₰

Der Unterhaltungsaufwand beziffert sich mit
1508 ℳ Einrichtungsaufwand zu 5 % auf 1 Jahr = 75 ℳ 40 ₰
hierzu der Unterhaltungsaufwand pro Jahr . = 59 » 27 »
ferner der Heizmaterialverbrauch unter Hinzurechnung der Heizerlöhne, 2 Heizer à 6 Monate = 12 Monate, à durchschnittlich 60 ℳ . . = 1372 » 75 »

Sa. 1507 ℳ 42 ₰,

bei 1993 cbm für 100 cbm im Jahre . . . . 75 ℳ 64 ₰
oder bei 165 Heiztagen für 100 cbm auf 1 Tag . . . . . . — — » 46 »
Heizmaterial und Heizerlöhne besonders berechnet mit 1372 ℳ 75 ₰, ergibt bei 1993 cbm pro 100 cbm im Jahre . . . 68 » 88 »
und bei 165 Heiztagen pro 100 cbm für 1 Tag. . . . . — » 42 »

5. Realschule zu Döbeln.

Heisswasserheizung, Ventilation durch verticale Abführungskanäle, Luftzuführung mittels Fensterschieber und Gasjalousien, sowie Jalousien über den Eingangsthüren in die Zimmer vom Corridore aus.

Die Zeit der Heizung vom 1. October bis 15. Mai berechnet, und bei 32 Sonntagen und 28 Feiertagen resp. Ferientagen, wo nur circa 1/4 des sonstigen Heizmaterials gebraucht wird, so kommen in Ansatz

165 Wochentage,
8 Sonntage, 32 × 1/4
7 Ferientage, 28 × 1/4
} zusammen 74 Räume incl. Aula und Turnhalle.

Da die mit Centralheizung zu erwärmenden Räume von zusammen 9618,86 cbm Rauminhalt, 7544 cbm betragen, also den weitaus grössten Theil bilden, so ist auch hier wie bei den übrigen Vergleichungen eine Ausscheidung der Ofenheizungen, die doch nur schätzungsweise geschehen kann, nicht erfolgt, und eine Durchschnittsberechnung für die zweierlei Heizung im Ganzen angenommen.

Die Einrichtungskosten betragen:
Heisswasserheizung resp. Oefen . . . . = 20165 ℳ 52 ₰
Die Ventilationseinrichtung nach der richtig gestellten Summe = 2000 » — »
Die besondere Ventilationseinrichtung . . . . = 1200 » — »

Sa. 23365 ℳ 52 ₰

Bei 9619 cbm zu beheizenden Gesammtraum betragen die Einrichtungskosten pro 100 cbm . . . . = 242 » 91 »

Unterhaltungsaufwand:
pro Jahr Verzinsung der Einrichtung 23365 ℳ 52 ₰ zu 5 % . . . . = 1168 ℳ 28 ₰
Reparaturkosten pro Jahr . . . . = 248 » — »
Heizmaterial und Heizerlohn . . . . . = 2490 » 14 »

Sa. 3906 ℳ 42 ₰

Von 9619 cbm kosten demnach 100 cbm pro Jahr . . . . . . 40 » 61 »
und bei 180 Durchschnittsheiztagen pro Tag . . . . . = — » 22 »
2490 ℳ 14 ₰ Heizmaterial und Heizerlohn besonders berechnet, ergibt bei 9619 cbm für 100 cbm im Jahre . . . . . . 25 » 88 »
und bei 180 Heiztagen pro Tag . . . . — » 14 »

6. Landesschule zu Meissen.

Die Heizung ist Dampfwasserluftheizung von Sulzer; die Ventilation erfolgt durch verticale Kanäle, die nach dem Dachboden führen; von da entweicht die Luft durch Ventilationshäuschen auf dem Dachfirst, mit Jalousien versehen.

Die zu beheizenden Räume betreffen:

a) 34 regelmässig zu beheizende Räume mit		8102 cbm Inhalt,
b) 13 wöchentlich stundenweise und einige Tage zu beheizende Räume	=	1682 » »
c) 2 nur nach Bedarf zeitweilig (Aula)	=	2985 » »
d) die Hausmannswohnung mit	=	130 » »
e) Waschhaus = 1/6 Wohnraum	=	10 » »
	Sa.	12909 cbm Inhalt.

NB. Die Küchenanlage und Heizung wird getrennt verwaltet, kommt daher hier nicht in Betracht.

Die Einrichtungskosten betragen:

68900 ℳ	Da aber der Brunnen mit Kesselhaus auch zu anderen Zwecken, zur Wasserhebung und Abgabe für Wirthschaftszwecke dient, so muss der Gesammtbetrag dafür an 9517 ℳ 83 ₰, der vorstehend mit eingerechnet ist, um 1/4 der letzteren Summe abgemindert werden.
2380 »	abgezogen, verbleiben
66520 ℳ	Heizung.
3810 »	Ventilationseinrichtung,
2000 »	Zuschlag zu Mauerverstärkungen.
72330 ℳ	

Bei 12909 cbm zu beheizenden Raum betragen die Einrichtungskosten pro 100 cbm . . . . = 560 ℳ 31 ₰

Unterhaltungsaufwand:

72330 ℳ Einrichtungskosten zu 5 %. . . .	=	3616 ℳ 50 ₰
Unterhaltungsaufwand	=	200 » — »
Heizmaterial und Heizerlöhne in Summa 4050 ℳ. Da aber der Kessel auch im Sommer zur Wasserhebung und zeitweilig zur Ventilation beheizt wird, so ist darauf circa 1/5 abzurechnen und nur 4/5 des Betrags in Ansatz zu bringen	=	3204 » — »
	Sa.	7020 ℳ 50 ₰

In regelmässiger Beheizung befinden sich nur die Räume

lit. a mit	=	8102 cbm,
in 2/3 Beheizung nur die lit. b mit 1682 × 2/3 .	=	1121,3 »
in 1/10 Beheizung nur die lit. c mit 2985 × 1/10 .	=	298,5 »
überdies d und e	=	140,0 »
	Sa.	9661,8 cbm.

Da nun 9662 cbm zu beheizender Raum jährlich einschliesslich der Verzinsung der Einrichtungskosten 7020 ℳ 50 ₰ kosten, so werden 100 cbm im Jahre kosten . . . . = 72 ℳ 66 ₰

Die Heizzeit vom 1. October bis Mitte Mai gerechnet = $7^1/_2$ Monat . . . . = 165 Wochentage,
32 Sonntage nur mit $^1/_2$ der Heizung . . — 16 Tage,
28 Ferientage mit $^1/_4$ der Heizung . . . — 7 »
um das Einfrieren zu verhüten.

Sa. 188 Heiztage.

Demnach kostet bei 188 Heiztagen, 1 Heiztag . . . . = — » 38 »

Heizmaterial und Heizerlöhne besonders gerechnet an 3024 ℳ, bei 9662 cbm für 100 cbm im Jahre . . . . = 33 » 16 »
ergibt bei 188 Heiztagen für 100 cbm pro Tag . . . . . = — » 17 »

7. Königl. Gymnasium zu Leipzig.

Heizung in den gesammten Lehrzimmern einschliesslich der Aula, Heisswasserheizung, mit 8108 cbm Rauminhalt, Wohnung des Hausmeisters, Waschhaus, Portierstube und Turnhalle mit Oefen geheizt = 2035 cbm Rauminhalt, zusammen circa 40 Räume.

Die Ventilation erfolgt mittels verticaler über dem Dache ausmündender Kanäle.

Für zusammen 10113 cbm zu beheizender Raum betragen die Heizeinrichtungskosten:

Gesammtkosten der Heizeinrichtung . 27080 ℳ — ₰
Kosten für die Ventilationseinrichtung 5630 » — »

Sa. 32710 ℳ — ₰

Es kosten sonach 100 cbm . . . . 322 ℳ 48 ₰

Der Unterhaltungsaufwand beziffert sich hiernach auf 32710 ℳ Einrichtungskosten, zu 5 % verzinst . . . . = 1635 ℳ 50 ₰
Für die jährliche Unterhaltung fehlt noch ein Ansatz und dürfte der Unterhaltungsaufwand wie bei vorangeführtem Gebäude annähernd genau treffen . . . . 400 » — »
Die Heizung ist erst seit April 1880 im Gange, es fehlt demnach eine Jahresübersicht; da aber nur circa 1 Monat an der normalen Beheizung fehlt, welche durch Probeheizung und behufs Austrocknung der Räume unternommene Heizungen wohl ausgeglichen sein dürfte, so wird der bis jetzt aufgeführte Betrag, ohne viel fehl zu greifen, als normaler Jahresbetrag gelten können . . . . = 2205 » — »

Sa. 4240 ℳ 50 ₰,

daher bei 10113 cbm für 100 cbm Unterhaltungsaufwand pro Jahr zu rechnen . . . . = 41 » 81 »

Die Heizzeit nach obiger Begründung, wie vorstehend auf 180 Tage gerechnet, demnach für 100^{cbm} für 1 Tag . . . . . — ℳ 23 ₰

Heizmaterial und Heizerlohn besonders gerechnet an 2205 ℳ, ergibt bei 10113^{cbm} für 100^{cbm} im Jahre . . . . 21 » 73 »
und bei 180 Heiztagen für 100^{cbm} pro Tag . . . . — » 12 »

8. Gymnasium zu Bautzen.

Das Gymnasialgebäude und die Turnhalle wird durchgängig mit Oefen geheizt. Es sind vorhanden insgesammt 17 Räume incl. Aula und Turnhalle = 4864,95^{cbm}

Hierzu ist noch zu rechnen 1 Stubenofen und 1 Kochmaschine in der Castellanwohnung und Waschhaus 60 + 30 + 10 = 100,00 »

Sa. 4964,95^{cbm}

Die Einrichtungskosten betragen . . .	=	3803 ℳ — ₰
Glasjalousien in die Fenster	=	69 » 80 »
	Sa.	3872 ℳ 80 ₰

Es kostet sonach auf 100^{cbm} die Heizeinrichtung . . . . = 78 ℳ — ₰

Der Unterhaltungsaufwand beziffert sich daher

für 3872 ℳ 80 ₰, zu 5 % verzinst, auf	193 ℳ 64 ₰
Unterhaltungsaufwand pro Jahr	65 » 55 »
Heizmaterialverbrauch	757 » — »
Sa.	1016 ℳ 19 ₰

Die Heizung auf 7½ Monate berechnet, ergibt ausschliesslich der Sonntage und der in die Heizperiode fallenden Ferien, wo nicht geheizt wird, circa 165 Heiztage.

Der Unterhaltungsaufwand demnach bei 4965^{cbm} zu beheizenden Raum, für 100^{cbm} pro Jahr . . . . 20 » 47 »
bei 165 Heiztagen für 100^{cbm} pro Tag . . . . — » 12 »

Heizmaterial etc. besonders gerechnet mit 757 ℳ, von 4965^{cbm} = 100^{cbm} pro Jahr . . . . 15 » 25 »
und bei 165 Heiztagen für 100^{cbm} pro Tag . . . . — » 9 »

9. Gymnasium zu Chemnitz.

39 Räume, und zwar 35 mit erwärmter Luft geheizt, sind überdies mit Circulations- und Ventilationseinrichtung nach Kelling's System von demselben eingerichtet, die Turnhalle und Hausmannswohnung dagegen ist mit Ofenheizung versehen. Die mit erwärmter Luft beheizten Räume enthalten 6986,50^{cbm} Rauminhalt, die mit Ofenheizung versehenen 1934,00^{cbm}.

Da letztere nur circa ⅕ der ersteren ausmachen, ist eine besondere Vergleichung jeder einzelnen Einrichtung, welche ohnehin unthunlich erscheint, unterlassen worden.

8921^{cbm} Rauminhalt kosten

Heizeinrichtung	=	16776 ℳ 91 ₰
Ventilationseinrichtung	=	4704 » 22 »
Zuschlag auf die Mauerverstärkung	=	624 » — »
	Sa.	22105 ℳ 13 ₰

100^{cbm} kostet demnach einzurichten . . . . 247 ℳ 79 ₰

22105 ℳ 13 ₰ Einrichtungskosten mit 5% jährlichen Zinsen ergibt dafür pro Jahr . =	1105 ℳ 26 ₰	
Unterhaltungsaufwand . . . . . =	46 » 28 »	
Heizbedarf . . . . =	2135 » — »	
Sa.	3286 ℳ 54 ₰	
Bei 8921 cbm kosten demnach 100 cbm pro Jahr		36 ℳ 84 ₰

Die Heizung auf circa 7 Monate excl. der Sonntage und der Ferien berechnet, ergibt circa 155 Heiztage,

demnach kosten 100 cbm pro Tag	— » 23 »
2135 ℳ — ₰ Heizbedarf besonders genommen bei 8921 cbm pro 100 cbm im Jahre	23 » 93 »
bei 155 Heiztagen pro 100 cbm pro Tag	— » 16 »

10. Seminar zu Friedrichstadt-Dresden.

Die Heizung ist eine zweitheilige, und da die Unterlagen dies erlauben, auch getrennt gehalten, und zwar:

A. für 24 Zimmer im Hauptgebäude einschliesslich der Aula mit Heisswasserheizung und Ventilation.

Die Heizperiode vom 1. October bis 15. Mai = 7½ Monate im Durchschnitt angenommen, ergibt

162 Wochenheiztage,
16 Tage für 32 Sonntage à ½ der Heizung,
7 Tage für 28 Ferien- und Feiertage à ¼ der Heizung.

185 Tage Sa.

Die Einrichtungskosten betragen

für die Heisswasserheizung . . . . . =	12300 ℳ	
» » Ventilation . . . . =	1530 »	
» » besondere Vorrichtung . . . . =	700 »	
Sa.	14530 ℳ,	
bei 3653 cbm pro 100 cbm		397 ℳ 75 ₰

14530 ℳ Einrichtungskosten zu 5% ergeben .	726 ℳ 50 ₰	
jährlicher baulicher Aufwand	205 » — »	
Heizmaterial und Heizgehülfe	1410 » — »	
Sa.	2341 ℳ 50 ₰	
Von 3653 cbm kosten demnach 100 cbm pro Jahr		64 » 9 »
und bei 185 Heiztagen pro 100 cbm pro Tag		— » 34 »
Heizmaterial besonders gerechnet mit 1410 ℳ, kosten bei 3653 cbm 100 cbm pro Jahr . . . . =		38 » 59 »
und bei 185 Heiztagen 100 cbm pro Tag . . . . —		— » 21 »

B. 13 Zimmer mit Ofenheizung.

Heizzeit und circa 13 Tage auf Sonntagsheizung gerechnet = 175 Tage. Rauminhalt 3101 cbm.

Einrichtungskosten, bauliche Anlage . . = 2030 ℳ
Ventilationskanäle . . . . = 610 »
besondere Ventilationseinrichtungen . . = 115 »

Sa. 2755 ℳ,

bei 3101^{cbm} Rauminhalt pro 100^{cbm} . . . . = 88 ℳ 52 ₰
2755 ℳ Einrichtungskosten zu 5 %, ergeben 137 ℳ 75 ₰
jährlicher Aufwand für Reparaturen . . 50 » — »
Heizmaterial . . . . 660 » — »

Sa. 847 ℳ 75 ₰

bei 3101^{cbm} kosten 100^{cbm} pro Jahr . . . . 27 » 34 »
und bei 175 Heiztagen 100^{cbm} pro Tag . . . . — » 15 »
Heizmaterial besonders gerechnet = 660 ℳ von 3101^{cbm}, 100^{cbm}
pro Jahr . . . . 21 » 28 »
und bei 175 Heiztagen 100^{cbm} pro Tag . . . . — » 12 »

11. Seminar zu Schneeberg.

Heisswasserheizung in den zusammen 34 Lehr-, Arbeits-, Musikzimmern und der Aula, dagegen Ofenheizung in 10 Räumen einschliesslich der Turnhalle.

A. Die Heisswasserheizung mit Ventilationsabzugkanälen und Luftzuführungsvorrichtungen in Fenstern und Thüren 5900^{cbm}
kosten Heizeinrichtung . . . . . . = 19500 ℳ
Ventilationseinrichtung . . . . . . = 1560 »
Luftzuführungsvorrichtung über Thüren und
in Fenstern . . . . = 770 »

Sa. 21830 ℳ,

von 5900^{cbm} kosten 100^{cbm} . . . . = 370 ℳ — ₰
21830 ℳ zu 5 % . . . . = 1091 ℳ 50 ₰
Reparaturaufwand . . . . = 70 » — »
Heizmaterialbedarf . . . . = 1700 » — »

Sa. 2861 ℳ 50 ₰,

bei 5900^{cbm} kosten 100^{cbm} pro Jahr . . . . = 48 » 50 »
und bei, mit Rücksicht auf das kalte Klima, zusammen 190 Heiztagen 100^{cbm} pro Tag . . . . = — » 25 »
Den Heizmaterialverbrauch besonders = 1700 ℳ, bei 5900^{cbm}
100^{cbm} pro Jahr . . . . = 28 » 81 »
und bei 190 Heiztagen 100^{cbm} pro Tag . . . . = — » 15 »

B. Die Ofenheizung voll 170 Wochentage zu rechnen, 2466^{cbm} kosten einzurichten 2160 ℳ, demnach 100^{cbm} . . . . 87 ℳ 59 ₰
2160 ℳ zu 5 % . . . . = 108 ℳ
Unterhaltungsaufwand . . . . = 72 »
Heizmaterialverbrauch . . . . = 350 »

Sa. 530 ℳ,

bei 2466^{cbm} kosten 100^{cbm} pro Jahr . . . . = 21 ℳ 49 ₰
und bei 170 Heiztagen 100^{cbm} pro Jahr . . . . = — › 13 ›
Heizmaterial besonders = 350 ℳ, bei 2466^{cbm} 100^{cbm} pro Jahr = 14 › 19 ›
und bei 170 Heiztagen 100^{cbm} pro Tag . . . . = — › 8 ›

12. Seminar zu Annaberg.

A. Die Heizung besteht in 27 Zimmern aus Heisswasserheizung mit Ventilationskanälen und Lüftungsschösschen, dauert in dortigem rauhem Klima circa 8 Monate und demnach einschliesslich der Sonntage mit ½ Heizung und der Ferientage mit ¼ Heizung = circa 190 Tage.

3669^{cbm} kosten einzurichten . . . = 12722 ℳ 43 ₰
Ventilationskanäle . . . . = 344 › 50 ›
besondere Ventilationsvorrichtungen = 168 › 50 ›
Sa. 13235 ℳ 43 ₰,

demnach 100^{cbm} . . . . 360 ℳ 73 ₰

13235 ℳ 43 ₰ zu 5% . . . . . = 661 ℳ 77 ₰
Reparatur . . . . = 4 › 89 ›
Heizmaterial . . . . = 1515 › — ›
Sa 2181 ℳ 66 ₰,

bei 3669^{cbm} kosten 100^{cbm} pro Jahr . . . . = 59 › 73 ›
und bei 190 Heiztagen 100^{cbm} pro Tag . . . . = — › 31 ›
Heizmaterial besonders = 1515 ℳ,
bei 3669^{cbm} 100^{cbm} pro Jahr . . . . = 41 › 29 ›
und bei 190 Heiztagen 100^{cbm} pro Tag . . . . = — › 22 ›

B. 20 Räume mit Ofenheizung, einschliesslich der Turnhalle, Heizzeit auf circa 175 Tage anzunehmen.

3670^{cbm} kosten mit Heizeinrichtung zu versehen . . . . 2939 ℳ 84 ₰
Ventilationseinrichtung . . . . = 19 › 40 ›
Sa. 2959 ℳ 24 ₰,

demnach kosten 100^{cbm} . . . . 80 ℳ 63 ₰

2959 ℳ 24 ₰ zu 5% . . . . = 147 ℳ 96 ₰
Reparatur . . . . = 119 › 65 ›
Heizbedarf . . . . = 960 › — ›
Sa. 1227 ℳ 61 ₰,

bei 3670^{cbm} 100^{cbm} pro Jahr . . . . = 33 › 45 ›
und bei 175 Heiztagen 100^{cbm} pro Tag . . . . = — › 18 ›
Heizmaterial besonders = 960 ℳ,
bei 3670^{cbm} 100^{cbm} pro Jahr . . . . = 26 › 13 ›
und bei 175 Heiztagen 100^{cbm} pro Tag . . . . = — › 15 ›

13. Seminar zu Nossen.

A. 36 Zimmer mit Heisswasserheizung einschliesslich der Aula, Ventilation mittels verticaler Dunstabzugskanäle und besonderen Fenster- und

Thüröffnungen, durchschnittlich 185 Heiztage, unter Berücksichtigung der mässigeren Heizung an Sonntagen und Ferienzeit.

6217 cbm kosten Heizeinrichtung . . . . =	17000 ℳ	
Ventilationskanäle . . . . =	1950 »	
besondere Luftzuführungsvorrichtungen . =	200 »	
Sa.	19150 ℳ	
demnach 100 cbm		308 ℳ 03 ₰
19150 ℳ zu 5 % . . . . =	957 ℳ 50 ₰	
Unterhaltung . . . . =	200 » — »	
Heizmaterial . . . . =	2200 » — »	
Sa.	3357 ℳ 50 ₰	
bei 6217 cbm 100 cbm pro Jahr . . . . =		54 » — »
und bei 185 Heiztagen 100 cbm pro Tag		— » 29 »
Heizmaterial besonders = 2200 ℳ,		
bei 6217 cbm 100 cbm pro Jahr und bei 185 Heiztagen 100 cbm pro Tag		— » 19 »

B. 11 Ofenheizungen und 1 Kochanlage circa 175 Heiztage, durchschnittlich 2600 cbm.

2600 cbm kosten einzurichten circa	1300 ℳ	
demnach 100 cbm		50 ℳ — ₰
1300 ℳ zu 5 % . . . . =	65 ℳ	
Reparaturen . . . . =	50 »	
Heizmaterialverbrauch . . . . =	800 »	
Sa.	915 ℳ	
bei 2600 cbm 100 cbm pro Jahr		35 » 19 »
und bei 175 Heiztagen 100 cbm pro Tag		— » 20 »
Heizmaterial besonders = 800 ℳ,		
bei 2600 cbm 100 cbm pro Jahr . . . . =		30 » 77 »
und bei 175 Heiztagen 100 cbm pro Tag . . . . =		— » 17 »

14. Seminar zu Oschatz.

A. 37 Zimmer einschliesslich der Aula mit Heisswasserheizung, Ventilationskanäle zur Luftabführung und Zugjalousien zur Luftzuführung. Heizzeit circa 185 Tage.

5828 cbm kosten Heizeinrichtung	20500 ℳ	
Ventilationskanäle	3450 »	
besondere Ventilationseinrichtung	510 »	
Sa.	24460 ℳ,	
demnach 100 cbm . . . . =		419 ℳ 35 ₰
24460 ℳ zu 5 % . . . . =	1223 ℳ	
Reparatur . . . . =	150 »	
Heizmaterial . . . . =	1658 »	
Sa.	3031 ℳ,	

bei 5828 cbm 100 cbm pro Jahr . . . . = 52 M 01 ₰
und bei 185 Heiztagen 100 cbm pro Tag . . . . — » 28 »

Heizmaterial besonders = 1658 M,

bei 5828 cbm 100 cbm pro Jahr . . . . = 28 » 41 »
und bei 185 Heiztagen 100 cbm pro Tag . . . . — » 15 »

B. Ofenheizung durchschnittlich 11 Zimmer; Heizzeit durchschnittlich 175 Tage.

2374 cbm kosten 1280 M einzurichten, demnach 100 cbm . . . = 53 M 91 ₰

1280 M zu 5 %	=	64 M
Reparatur	=	70 »
Heizmaterial	=	600 »
	Sa.	734 M

bei 2374 cbm 100 cbm pro Jahr . . . . = 30 » 91 »
und bei 175 Heiztagen 100 cbm pro Tag . . . . — » 17 »

Heizmaterial besonders = 600 M,

bei 2374 cbm 100 cbm pro Jahr . . . . = 25 » 23 »
und bei 175 Heiztagen 100 cbm pro Tag . . . . — » 14 »

Die zweite Reihe der Beobachtungen, welche die Wirksamkeit der vorgefundenen Heiz- und Ventilationsanlagen, insbesondere in hygienischer Beziehung, zu ermitteln bestimmt waren, sind der oben erwähnten Verordnung gemäss von den Lehrern der Physik und Chemie in ihren Lehranstalten ausgeführt worden. Mit anerkennenswerthem Eifer und Gewissenhaftigkeit haben sich diese Herren der Aufgabe unterzogen, wenn sie auch, zum Theil wenigstens, gerade mit den hier verlangten Untersuchungsmethoden vorher noch nicht vertraut gewesen waren. Auch geben die von ihnen in den vorgeschriebenen Tabellen niedergelegten Beobachtungsergebnisse nur in ganz vereinzelten Ausnahmefällen der Vermuthung eines Irrthums in der Beobachtung oder der Berechnung Raum. Allerdings wurden die Beobachtungen grösstentheils nicht, wie empfohlen, im Januar gemacht, sondern theils wegen der anfangs fehlenden Instrumente, theils wegen der gerade in diesem Monate sehr milden Witterung erst später, Ende Februar oder in der ersten Hälfte des März, indessen dürfte, da auch zu dieser Zeit die Aussentemperatur sich wenig oder gar nicht über den Nullpunkt erhob und die künstliche Erwärmung der Unterrichtsräume unbedingt erforderte, dadurch das Ergebniss der Untersuchung nicht beeinträchtigt worden sein.

Wie gesagt, sind die Beobachtungen in der Weise angestellt worden, dass an sechs auf einander folgenden Wochentagen in jedem der ausgewählten Unterrichtsräume früh unmittelbar vor oder kurz nach Beginn des Unterrichts und mittags kurz vor Schluss desselben die Temperatur des Raumes, der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft und die relative Feuchtigkeit derselben festgestellt wurde.

Begreiflicherweise ist die Zahl der Einzelbeobachtungen, welche die Tabellen aus den 40 Staatslehranstalten, besonders wo eine Mehrzahl von Zimmern zu beobachten war, enthalten, eine sehr beträchtliche und kann eine Wiedergabe derselben hier an dieser Stelle nicht in Frage kommen. Es wird genügen, zur Prüfung der Wirksamkeit der Heizanlagen die Durchschnittszahlen der ganzen Beobachtungszeit und zwar aus der ganzen Anstalt, ohne Unterscheidung der einzelnen darin untersuchten Räume, zu Grunde zu legen. Es empfiehlt sich dies auch, um etwaigen Unregelmässigkeiten, die doch zumeist auf nicht weiter nachweisbaren Zufälligkeiten beruhen und für den Werth der Heizanlage von untergeordneter Bedeutung sind, keinen wesentlichen Einfluss auf das Urtheil gewinnen zu lassen.

Danach ist die hier folgende Tabelle zusammengestellt, in welcher die aufgeführten Anstalten nach der angewendeten Heizmethode geordnet sind:

Name und Ort der Anstalt.	Temperatur Réaumur		Kohlensäure in 10000 Theilen		Relative Feuchtigkeit in Procenten	
	früh	mittags	früh	mittags	früh	mittags
A. Luftheizung.						
Polytechnikum in Dresden	14,4	15,7	7,1	9,9	52,5	51,2
Landesschule in Meissen	16,4	13,9	9,3	14,6	48,9	45,5
Gymnasium in Chemnitz	13,6	16,1	11,9	21,3	46,8	50,7
Realschule in Annaberg	12,3	15,3	5,8	24,8	52,8	56,8
B. Heisswasserheizung.						
Gymnasium in Dresden-Neustadt	12,8	16,7	6,7	25,8	28,0	36,0
» » Freiberg	12,2	13,9	8,8	35,4	43,3	57,9
» » Leipzig	16,4	16,5	16,0	25,2	45,4	51,6

Name und Ort der Anstalt.	Temperatur Réaumur		Kohlensäure in 10000 Theilen		Relative Feuchtigkeit in Procenten	
	früh	mittags	früh	mittags	früh	mittags
Gymnasium u. Realschule in Zittau	14,8	15,3	6,4	13,1	37,2	46,7
› (neues Gebäude) in Plauen i. V.	13,3	16,4	9,3	34,6	41,2	54,0
Technische Staatslehranstalt in Chemnitz	13,9	15,5	14,3	30,9	42,0	43,8
Realschule in Döbeln	14,9	16,3	13,1	13,6	39,7	37,5
Seminar in Annaberg	13,4	16,5	7,3	26,0	37,5	46,3
› › Auerbach	15,5	16,5	11,0	18,2	29,3	37,2
› (Hauptgebäude) in Dresden-Friedrichstadt	14,7	15,5	12,6	29,7	49,3	57,0
Seminar (neues Gebäude) in Grimma	14,4	15,4	7,9	15,4	50,2	59,4
› in Löbau	13,9	16,7	7,5	32,1	40,6	44,6
› › Nossen	16,4	15,7	7,5	25,7	50,9	55,8
› › Oschatz	13,4	16,1	10,7	21,2	41,4	46,1
› › Pirna	15,0	15,3	6,9	12,6	37,7	38,3
› › Schneeberg	10,9	16,6	5,1	22,4	39,5	42,5
› › Zschopau	13,8	17,6	13,0	46,1	39,2	51,9
C. Localofenheizung.						
Thierarzneischule in Dresden	11,0	12,8	8,9	31,6	46,5	59,3
Forstakademie in Tharandt	8,0	15,2	9,9	32,2	50,8	54,2
Kunstakademie in Leipzig	11,9	12,9	8,2	11,2	62,2	62,6
Kunstgewerbeschule in Dresden	12,7	15,2	10,4	20,6	55,6	57,7
Landesschule in Grimma	14,0	15,7	12,9	34,0	51,9	59,2
Gymnasium in Bautzen	12,8	15,1	7,3	28,0	57,4	72,9
› › Zwickau	15,3	16,0	19,9	19,6	57,3	54,9
Gymnasium und Realschule (Hauptgebäude) in Plauen i. V.	11,9	13,7	10,5	43,9	49,0	63,7
Seminar in Borna	12,0	13,2	12,3	17,1	50,5	55,4
Lehrerinnenseminar in Callnberg	13,8	15,5	9,4	18,8	49,7	51,2
› › Dresden	15,1	15,9	12,3	24,7	48,9	52,9
Seminar (Nebengebäude) in Dresden-Friedrichstadt	9,0	15,4	6,2	21,2	54,5	51,5
Seminar (altes Gebäude) in Grimma	12,8	14,4	20,0	26,6	65,4	62,5
› in Plauen i. V.	12,8	16,8	17,4	36,0	58,6	53,5
› › Waldenburg	13,7	15,2	7,0	15,4	44,4	53,5
Baugewerkenschule in Dresden	10,3	14,6	6,9	23,4	45,5	48,3
› › Plauen	11,2	15,4	6,8	31,1	56,7	68,3
› › Zittau	11,9	16,4	12,7	30,1	41,9	47,1
Fachgewerbeschule in Grünhainichen	6,6	10,7	10,6	36,6	56,0	59,0

Bei Beurtheilung der Wirksamkeit der verschiedenen Heizsysteme ist zunächst die Erwärmung der Zimmerluft in Betracht zu ziehen und namentlich die Temperatur, welche sowohl früh bei Beginn des Unterrichtes, als auch mittags beim Schlusse desselben zu beobachten war. Als Norm kann hierbei angenommen werden, dass die Temperatur sowohl früh als mittags nicht unter 14° und nicht über 16° R. betragen sollte.

Dieses Normalmaass wird bei der Luftheizung im Allgemeinen sehr gut innegehalten, denn im Durchschnitt aller hierher gehörigen Räume wurde die Temperatur früh zu 14,2°, mittags zu 15,2° R. gefunden. Eine etwas merklichere Abweichung findet nur bei einer Anstalt, der Realschule zu Annaberg, insofern statt, als die Temperatur früh im Mittel nur 12,3° R. betrug, also um ein Geringes kühler als wünschenswerth war. Die Mittagstemperatur war aber auch hier mit 15,3° im Mittel eine tadellose.

Fast ebenso günstig wie bei der Luftheizung zeigen sich die Erfahrungen bei den mit Heisswasserheizung versehenen Lehrzimmern, indem im Mittel aller hierher gehörigen Gebäude die Temperatur früh 14,0° und mittags 16,0° R. betrug. Doch sind hier die Schwankungen über diese Mittelzahlen hinaus etwas grösser, und in einzelnen Anstalten, beziehentlich Zimmern, betrug die Temperatur früh nur zwischen 10 und 11°, während sie mittags theilweise auch 18,6° und 19,0° gestiegen war, beides Wärmegrade, welche das Wohlbefinden zu beeinträchtigen geeignet sind.

Nicht ganz so befriedigend erweisen sich die Ergebnisse bei den mit Zimmeröfen versehenen Gebäuden. Namentlich gilt dies in Bezug auf die Temperatur beim Beginne des Unterrichts. Von den 19 hierher gehörigen Anstalten, beziehentlich Gebäuden, zeigen nur 3 am Morgen eine mittlere Temperatur von 14,0° und mehr, und wenn diese Temperatur in einer Anstalt, der Gewerbeschule von Grünhainichen, im Mittel sogar nur 6,6° R. beträgt, so ist zu zweifeln, ob die Schüler zum Zeichnen und Schreiben die erforderliche Gelenkigkeit der Finger sich haben erhalten können. Oefters hat wohl auch das Beschicken zahlreicher Oefen in grösseren Anstalten zu viel Zeit in Anspruch genommen, als dass bis zum Beginne des Unterrichts in allen Zimmern die gehörige Erwärmung

hätte erreicht werden können. Im Mittel aller mit Localofenheizung erwärmten Räume war die Temperatur früh nur 11,9° R., während sie mittags allerdings 14,8° ergab. Andrerseits sind aber so excessive Temperaturen, wie bei der Heisswasserheizung hier nicht zur Beobachtung gekommen. Inwieweit die Art der verwendeten Oefen, die wahrscheinlich in ihrer Construction eine grosse Mannigfaltigkeit darbieten, auf dieses Resultat von Einfluss gewesen, lässt sich bei dem Mangel an Nachweisen nicht erkennen.

Ausser der Erwärmung der Zimmerluft ist auch ihre Reinheit und ihr Feuchtigkeitsgrad Gegenstand der Untersuchung gewesen. Die Reinheit der Luft wurde, wie gewöhnlich, an ihrem Gehalte an Kohlensäure gemessen und zwar in der Beschränkung, dass dies nur von den Zimmern in Berechnung genommen wurde, wo die Vermehrung der Kohlensäure in geschlossenen Räumen im wesentlichen nur durch das Athmen der in ihnen befindlichen Menschen bewirkt worden ist. Von denjenigen Zimmern dagegen, in denen früh vor oder bei Beginn des Unterrichtes Gasflammen gebrannt hatten, sind die betreffenden Beobachtungen, da diese Flammen ebenfalls viel Kohlensäure liefern, von der Berechnung ausgeschlossen worden.

Da die atmosphärische Luft auch im Freien ca. 4 Raumtheile Kohlensäure auf 10000 Theile Luft enthält, kann die Luft auch in gut gelüfteten Zimmern, also namentlich vor Beginn des Unterrichtes nicht ganz frei von Kohlensäure sein, doch sollte sie von derselben nicht erheblich mehr enthalten.

Die Höhe, welche der Kohlensäuregehalt in längere Zeit hindurch gefüllten Zimmern erreichen darf, ohne gesundheitlich bedenklich zu werden, wurde zwar früher allgemein zu 1 pro Mille angenommen, weil dann schon die Luft für gesunde Sinnesorgane als unrein empfunden zu werden beginnt. Doch haben zahlreiche Untersuchungen gezeigt, dass in Schulen es schon als ein gutes Resultat angesehen werden kann, wenn der Kohlensäuregehalt das Maass von 2 pro Mille nicht oder nicht merklich überschreitet. Es verweilen ja auch die Schüler nicht ohne Unterbrechungen den Tag über in dieser Luft.

Dass dieses Ziel erreicht werde, dafür hat eine gute Ventilation der Räume zu sorgen, die aber so einzurichten ist, dass die einzuführende reine Luft während der Heizperiode nicht in der Temperatur der Aussenluft, sondern genügend vorgewärmt eintrete.

Für Lehranstalten würden demnach solche Verhältnisse als Normen aufzustellen sein, wo früh bei Beginn des Unterrichtes der Kohlensäuregehalt etwa 8 und mittags am Schlusse desselben etwa 20 auf 10000 Theile Luft betrüge.

Dieses Ziel ist in den 4 Anstalten, in welchen Luftheizung besteht, fast vollständig erreicht worden, denn im Mittel derselben betrug der Kohlensäuregehalt früh 8,7 und mittags 18,4 Theile Kohlensäure auf 10000 Theile Luft.

Minder günstig haben sich die Kohlensäureverhältnisse bei der Heisswasserheizung ergeben. Denn im Durchschnitt aller damit versehenen Anstalten betrug der Kohlensäuregehalt früh 9,8 und mittags 23,3 Theile auf 10000 Theile Luft. Und vergleicht man die Durchschnittsgrössen in den einzelnen Anstalten mit einander, wie sie aus der obenstehenden Tabelle sich ergeben, so zeigt sich, dass zwar früh von den 17 Anstalten 8 weniger als 8 ‰o Kohlensäure enthalten haben, die übrigen aber mehr, bis zu 16,0 ‰o. Und mittags haben sogar nur 7 weniger als 25 ‰o und 10 derselben mehr, bis zu 46,1 Theile auf 10000 Theile Luft ergeben. Es war daher der Kohlensäuregehalt schon am Morgen mehrfach zu hoch und war daher eine gehörige Durchlüftung der Zimmer vor dem Unterrichte hier zu vermissen gewesen. Noch weniger genügend fand sich die Lufterneuerung bei der Mehrzahl der Anstalten zur Zeit des Unterrichtsschlusses.

In noch höherem Grade gilt dies von den mit gewöhnlicher Ofenheizung versehenen Anstalten. Sie zeigten im Durchschnitt früh 10,8 und mittags 26,4 Theile Kohlensäure auf 10000 Theile Luft. Von den 19 Anstalten haben früh nur 5 weniger als 8, 7 dagegen mehr als 12 Theile auf 10000 Theile und bezeugen letztere die mangelhafte Lüftung der Zimmer vor dem Unterrichtsbeginne. Und mittags war fast bei allen (mit Ausnahme von zweien) der Kohlensäuregehalt grösser; als die angegebene Norm beträgt. Einzelne Lehrzimmer hatten hier sogar

wie bei der Heisswasserheizung im Mittel 53 bis 55 ‰oo Kohlensäure gezeigt, das sind Mengen, bei denen die Luft schon recht belästigend und übelriechend empfunden wird.

Wie bemerkt, ist es die Aufgabe der Ventilation, die übermässige Anhäufung der Kohlensäure zu verhindern. Bei der Luftheizung ist eine wirksame Ventilation schon im System selbst begründet, vorausgesetzt, dass sie richtig hergestellt und gehandhabt wird, wie das in den betreffenden Anstalten im Wesentlichen auch der Fall gewesen zu sein scheint.

Seltener sind genügende Ventilationseinrichtungen offenbar mit der Heisswasserheizung und der Ofenheizung verbunden gewesen. In der Regel waren bei jener ausser den nicht immer vorhandenen Abzugskanälen in der Seiten- oder Rückwand der Zimmer noch Eintrittsöffnungen für die Luft theils in Form von verschliessbaren Glasjalousien in einzelnen Fensterscheiben, theils jalousieartige Oeffnungen über den Thüren angebracht.

Diese Einrichtung hat aber den beträchtlichen Nachtheil, dass sie während des Winters gar nicht oder nur vorübergehend benutzt werden kann, da bei ihr die Luft nicht vorgewärmt, sondern so kalt, wie sie aussen ist, eintritt und die von dem kalten Luftstrom Betroffenen viel zu sehr belästigt, als dass nicht alsbald die Oeffnungen verschlossen würden. Ein anderer Uebelstand wird auch durch die über den Thüren befindlichen Jalousien in Lehranstalten dadurch bewirkt, dass aus anderen, an demselben Corridore liegenden Lehr- oder (in Schullehrerseminaren) Musikzimmern den Unterricht störende Geräusche herüberdringen und zur vollständigen Schliessung dieser Jalousien nöthigen. In Folge dessen wurden bei gelegentlichen Besichtigungen auch in mehreren Anstalten diese Oeffnungen mit Holz- oder Filztafeln dauernd verschlossen vorgefunden.

In einigen wenigen Anstalten, wie z. B. im Königlichen Gymnasium zu Leipzig und dem neuen Gebäude des Seminars in Nossen, bestehen Einrichtungen zur Vorwärmung der Ventilationsluft, doch sind das eben nur Ausnahmen.

Dagegen entbehren die mit Ofenheizung versehenen Anstalten fast ausnahmslos jeder Ventilationseinrichtung und würden

ohne Zweifel die Untersuchungsresultate noch erheblich ungünstiger bezüglich des Kohlensäuregehaltes ausgefallen sein, wenn nicht durch zeitweises Oeffnen der Fenster in den Unterrichtspausen für eine theilweise Erneuerung der Zimmerluft gesorgt würde, eine Maassregel, die sich auch bei der Heisswasserheizung nöthig macht. Mantelöfen mit Luftzuführung nach dem Mantelraum finden sich so vereinzelt, dass ihre Wirkung sich in den für die ganzen Anstalten berechneten Durchschnittsgrössen des Kohlensäuregehalts nicht bemerklich macht. Auch sind die Angaben über mit Mantelöfen versehene Zimmer nicht genau genug zu einer besonderen Beurtheilung.

Endlich sind noch die Resultate der Beobachtungen über die relative Feuchtigkeit der Zimmerluft zu besprechen. Ein Feuchtigkeitsgehalt von 50 % wird herkömmlich als dasjenige Maass angesehen, bei welchem sich die Zimmerinsassen noch wohl fühlen, während geringere Grade bei längerer Dauer lästig werden und das Gefühl von Trockenheit, besonders an den Schleimhäuten der Athmungsorgane, erzeugen sollen. Es steht diese Annahme indes auf sehr schwachen Füssen. Denn abgesehen davon, dass nicht nur in gewissen Gegenden, wie z. B. in Steppenländern oder auch auf Hochebenen, wie z. B. der Umgebung von Madrid, der relative Feuchtigkeitsgehalt der freien Atmosphäre ein viel geringerer zu sein pflegt und auch bei uns gelegentlich sehr geringe Feuchtigkeitsgehalte constatirt worden sind, ohne dass eine Störung des Wohlbefindens erwähnt würde, sofern die Luft nicht durch grössere Staubmassen verunreinigt ist, so zeigen auf einzelne der hier untersuchten Anstalten, namentlich unter den mit Heisswasserheizung versehenen, geringere Feuchtigkeitsmaasse, ohne dass auf besondere Erkundigung Klagen über Trockenheit laut geworden wären. Es ist vielmehr nach den neuerdings vielfach vorgenommenen Untersuchungen mit Bestimmtheit anzunehmen, dass, wo derartige Klagen erhoben werden, dies vorzugsweise auf Verunreinigung der Luft durch brenzliche Stoffe, d. i. Versengung des den erhitzten Heizkörpern aufliegenden Staubes, beruhe.

Lässt man aber das zulässige Mindestmaass von 50 % relativer Feuchtigkeit gelten, so wird dasselbe bei der Luftheizung

ungefähr innegehalten, indem die relative Feuchtigkeit in den betreffenden Anstalten im Mittel früh 49,4, mittags 51,8 % betrug. Bei der Heisswasserheizung wurde sie im Mittel früh zu 40,1, mittags zu 47,1 % gefunden, während sie bei den mit Ofenheizung versehenen Anstalten im Mittel früh 52,7, mittags 57,9 % betrug.

Demnach zeigten die Anstalten mit Heisswasserheizung den geringsten Feuchtigkeitsgehalt. Worauf dies beruht, ist allerdings nicht leicht zu erklären, da die Ventilation, welche in der Heizperiode am ersten geeignet ist, den relativen Feuchtigkeitsgehalt herabzusetzen, in den untersuchten Anstalten gegenüber der mit der Luftheizung verbundenen doch nur dürftig genannt werden kann.

Im Allgemeinen lässt sich jedoch sagen, dass jedes der drei in den untersuchten Staatslehranstalten vertretenen Heizsysteme den hygienischen Anforderungen zu entsprechen vermag, denn unter allen drei Kategorien finden sich einzelne Anstalten, welche in jeder Beziehung diesen Anforderungen genügen, so bei der Luftheizung das Polytechnikum zu Dresden, bei der Heisswasserheizung das neue Gebäude des Schullehrerseminars zu Grimma und bei der Ofenheizung die Seminare zu Waldenburg und Callnberg. Die vorliegenden Angaben reichen allerdings nicht aus zu ermitteln, warum in diesen Anstalten so befriedigende Resultate erzielt worden sind, in anderen aber nur theilweise. Es ist dies eine so überwiegend technische Frage, dass nur die Techniker für Heiz- und Ventilationsanlagen die Bedingungen für den günstigen Erfolg derartiger Anlagen werden ermitteln können.

Es sei schliesslich noch erwähnt, dass die hier besprochenen Untersuchungen auf Anordnung des kgl. Kultusministeriums im folgenden Winter 1881/82 wiederholt worden sind und dass ihre Ergebnisse im Wesentlichen mit denen des Vorjahres übereinstimmen. Insbesondere zeigt, was die Erwärmung der Zimmer anlangt, auch diesmal die Mehrzahl der mit Localofenheizung versehenen Anstalten eine etwas zu geringe Morgentemperatur, während die des Mittags allerdings genügt. In Betreff der Reinheit der Luft war zu bemerken, dass in bei weitem den meisten An-

stalten eine genügende Durchlüftung der Lehrzimmer vor Beginn des Unterrichtes stattgefunden zu haben scheint, da mit Ausnahme weniger, mit Localofenheizung versehener Anstalten der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft am Morgen sich in mässigen Grenzen hält (in der Hälfte der Anstalten beträgt er weniger als 8 ‱), und da, wo dies nicht der Fall ist, ist es zweifelhaft, ob der höhere Kohlensäuregehalt auf einer mangelhaften Lüftung oder auf dem Umstande beruht, dass vor der Untersuchung in den betreffenden Zimmern eine Zeit lang Gasflammen gebrannt haben. Auch am Schlusse des Vormittagsunterrichtes hat der Kohlensäuregehalt fast nirgends ein unzulässiges Maass erreicht und nur in 2 Anstalten mit Zimmeröfen ist er zu mehr als 4 pro Mille gefunden worden.

Bezüglich des Feuchtigkeitsgehaltes endlich ist ein bemerklich geringes Maass nirgends beobachtet worden. Es hat sich nun auch hier wieder ergeben, dass bei der Heisswasserheizung der Feuchtigkeitsgehalt geringer ist (früh 43,0, mittags 49,3 %), als bei der Luft- und Localofenheizung (früh 47,0, mittags 51,3 %, beziehentlich früh 52,4, mittags 58,3 %).

Beiträge zur hygienischen Untersuchung des Wassers.

Von

Prof. Dr. J. W. Gunning
in Amsterdam.

Die grösseren Städte der Niederlande, besonders die der tiefliegenden alluvialen und meistens stark bevölkerten Theile des Landes, fangen in den letzten Jahren auf Anregung des kgl. Gesundheitsamtes (Geneeskundig Staatstoezicht) mehr und mehr an, nach einer Versorgung mit Wasser zu streben, welches entweder aus benachbarten Flüssen oder aus nicht zu weit entfernten, weniger bewohnten Gegenden stammt. Die nächste Folge davon auf wissenschaftlichem Gebiete ist die, dass die Wasseranalysen, die bis jetzt meistens nur Privatzwecken dienten, mehr und mehr von Städte- und Provinzialbehörden verlangt werden, wodurch die Verantwortlichkeit der Chemiker, welche dazu in Anspruch genommen werden, sowohl der Wissenschaft als dem Publicum gegenüber, sehr gesteigert wird. Immer mehr werden die Grundlagen für die Beurtheilung des Wassers und deren Berechtigung der Kritik unterworfen. Im Jahre 1868 wurde eine Regierungscommission zum Zwecke einer allgemeinen Untersuchung der niederländischen Trinkwässer ernannt, deren ausgedehnte Arbeit (sie analysirte Proben von ungefähr 1000 Wässern) längere Zeit als Wegweiser auf diesem Gebiete diente. Diese Commission hatte aber einen speciellen Zweck zu verfolgen und einem möglichen Zusammenhang zwischen der Natur des Trinkwassers und der Verbreitung der Cholera nachzuspüren. Dieses und die seitdem in vieler Hinsicht modificirten Ansichten der Hygieniker und Aetiologen haben aber den damaligen Untersuchungen einen grossen Theil ihrer Autorität benommen.

Es wird wohl kaum Chemiker geben, welche, den hier gemeinten Zwecken gegenüber, noch der üblichen Untersuchungsweise: Bestimmung der Stickstoffverbindungen, des reducirenden Vermögens u. s. w. ohne Weiteres das entscheidende Wort reden lassen wollen. Zu sehr localen und zeitlichen Zwecken kann sie vielleicht noch dürftige Dienste leisten; aber wo es sich um wissenschaftliche Grundlagen für die Wahl von Wässern handelt, die zum allgemeinen und dauernden Gebrauch bestimmt sind, ist diese Untersuchungsweise nicht nur unzureichend, sondern oft geradezu falsch[1]).

Es muss aber zugegeben werden, dass auf dem jetzigen Standpunkte unserer Kenntnisse in letztgenannten Fällen kaum etwas anderes zulässig ist als eine deductive Beurtheilung des Wassers, d. h. auf die Beschaffenheit des Wassers muss aus dem Ursprung desselben geschlossen werden. Flusswasser, Grundwasser aus verschiedenen Tiefen in bewohnten Gegenden und Quellwasser aus unberührten Bodenschichten zeigen Unterschiede, für welche die Untersuchung Belege aufzusuchen hat, welche die Hygiene für die Bildung eines Urtheils verwerthen kann. Diese Unterschiede gründen sich bekanntlich auf die Annahme, dass Wässer, welche Ueberreste des menschlichen Verkehrs enthalten, gesundheitsschädlich sind. Diese sogenannte »Verunreinigung« kommt aber bei der Untersuchung nicht als solche zum Ausdruck, sondern unter der Form von Bestandtheilen, die an bestimmten physikalischen oder chemischen Merkmalen erkennbar sind, sich aber nicht den Begriffen »rein oder unrein« unterordnen lassen, eben weil diese Begriffe nichtchemischer Natur sind. — Es sind aus der Anwesenheit oder Abwesenheit und aus der Menge dieser

1) Auf nur einen Umstand, der dieses in klares Licht stellt, erlaube ich mir hier aufmerksam zu machen. Die doctrinairen Chemiker sind gewohnt Wasser gesundheitsschädlich zu nennen, wenn dasselbe erhebliche Reactionen auf salpetrige Säure und auf Ammoniak zeigt. Aber im Wasser, das in einer eisernen Wasserleitung circulirt, bilden sich diese beiden Bestandtheile bisweilen in einer gewissen Strecke der Leitung und für eine gewisse Zeit. Es hängt das einfach zusammen mit der Einschaltung eines neuen Stückes Leitungsrohrs, das zu dieser »Verunreinigung« des Wassers Veranlassung gibt. Wenn man Eisen in (ammoniakfreiem) Wasser rosten lässt, kann man sich von der Möglichkeit dieser abwechselnden Bildung und Zersetzung von salpetrigsaurem Ammoniak leicht überzeugen.

Bestandtheile Rückschlüsse zu ziehen, die aber gänzlich das Gepräge tragen von der Anschauung, die man sich über die Art und Weise wie die »Abfallstoffe« wirken gebildet hat. So tritt die Untersuchung unvermeidlich über auf das Gebiet der Aetiologie, wo der Chemiker als solcher keine Autorität hat. Sind auch diese Gebiete nicht scharf getrennt und hat auch mancher Chemiker durch seine Studien die persönliche Berechtigung, ein Urtheil in beiden Richtungen zu fällen, so werden doch sowohl die Wissenschaft als die Praxis am meisten durch begriffsmässige Unterscheidung gefördert, denn überall ist das »bene distinguere« Bedingung des »bene docere«.

Aetiologisch gilt bekanntlich die Annahme, dass die Producte des thierischen Stoffwechsels bei der hygienischen Beurtheilung des Wassers am meisten ins Gewicht fallen, und zwar weil diese Stoffe selbst im Sinne entweder des Panum'schen Giftes oder der giftigen Ptomaïne schädlich sein können oder drittens als Lebensförderer von pathogenen Mikroorganismen auftreten können.

Aus diesem Gesichtspunkte gestaltet die Wasseruntersuchung sich noch rein chemisch.

Aber die Wässer werden auch als einfache Transportmittel für pathogene Bacterien, deren Keime, Sporen oder Dauerformen betrachtet, und aus diesem Gesichtspunkte wird eine eigene, von der chemischen gründlich verschiedene Untersuchungsweise requirirt. Denn die Anwesenheit oder Abwesenheit solcher Gebilde steht in gar keinem nothwendigen Zusammenhang mit der chemischen Zusammensetzung des Wassers. Dieselben können aus den Abfallstoffen stammen, können aber auch auf ganz anderem Wege in das Wasser gelangen. Auch können im ersteren Falle die organischen Ueberreste durch Oxydation zerstört oder auch durch Filtration, Klärung u. s. w. vollkommen beseitigt oder wenigstens chemisch nicht mehr nachweisbar sein, das Wasser kann sich somit dem Chemiker als vollkommen rein im gewöhnlichen Sinne darthun, während doch die Bacterienkeime entwicklungsfähig persistiren. Die in dieser Art als möglich vorausgesetzte Inficirung kann selbst durch destillirtes Wasser stattfinden. In dieser Hinsicht ist das Wasser in derselben Weise als die Luft,

nämlich als indifferentes Medium zu betrachten, und die darauf gerichtete Untersuchungsweise kann somit keine chemische sein. Es ist gerade das Unglück der üblichen analytischen Methoden, daran gar nicht zu denken und sich somit der Gefahr auszusetzen, inficirtes Wasser als unschädlich zu empfehlen.

Aber ebenso wenig kann, aus später zu erörternden Ursachen, die zu diesem Zwecke passende Untersuchungsweise eine mikroskopische genannt werden. Sie muss, wie die ursprünglichen Pasteur'schen Arbeiten über die Panspermie, in Züchtungsversuchen bestehen.

In zwei Richtungen — die eine, rein chemische, die andere, passend die bacteriologische zu nennen — muss sich den jetzigen Bedürfnissen gemäss die Wasseruntersuchung bewegen. Aber die Zeit ist wahrscheinlich noch weit entfernt, wo an fruchtbringende Resultate gedacht werden kann. Vorderhand haben wir nur die Methoden zu verbessern und Facta zu sammeln. Aus diesem Gesichtspunkte bitte ich die sachkundigen Leser folgende kleine Beiträge beurtheilen zu wollen.

I.

Zunächst werde ich eine chemische Untersuchungsweise beschreiben, die ich seit 1868 vielfach angewendet habe, und von der ich glaube, dass sie wegen der damit zu erzielenden Kenntnisse verdient, in weiteren Kreisen bekannt zu werden.

Wenn man zu Wasser soviel einer möglichst säurefreien Eisenchloridlösung setzt, dass auf den Liter Wasser ungefähr 5^{mg} Eisen kommen, so tritt bald Zersetzung des Salzes ein, die sich durch Rothfärbung der Flüssigkeit kund gibt; in den meisten Fällen[1]) kommt es nach einiger Zeit zu Abscheidung des Eisenhydroxyds, die, wenn dieselbe zu Stande kommt, immer vollständig ist, so dass die Flüssigkeit ganz eisenfrei wird.

1) Die Rothfärbung tritt immer ein, sie ist bloss Folge der bekannten Zersetzung des Salzes durch Wasser (welche durch doppelt-kohlensaure Erden unterstützt wird); die Abscheidung des Eisenhydroxydes kommt aber nur zu Stande, wenn schwefelsaure Salze zugegen sind, von denen indessen Spuren genügen. Die Abscheidung wird wohl veranlasst durch die Unlöslichkeit des basisch schwefelsauren Eisenoxyds. — Hierzu sei noch bemerkt, dass $BaCl^2$ in moorigen Wässern, auch wenn dieselben nur sehr wenig gefärbt sind, kleine Mengen von schwefelsauren Salzen in neutraler Lösung nicht anzeigt.

Trübes Wasser wird durch diese Behandlung zugleich vollkommen geklärt und gelbes Moorwasser entfärbt. Ersteres beruht auf der Einwickelung der schwebenden Theilchen in dem anfänglich sehr gelatinösen Niederschlag, Letzteres wahrscheinlich auf der Bildung von unlöslichen Eisenverbindungen der Humusstoffe.

Diese Klärung wird sehr oft in unserm Lande zur Verbesserung von Trinkwässern benutzt. Dieselbe interessirt uns aber hier nur als Untersuchungsmethode.

Zuerst bemerke ich, dass die Spuren von NH_3, N_2O_3 und N_2O_5-Verbindungen, welche die Wässer oft enthalten, nicht mit dem Eisenhydroxyde niedergerissen werden, wohl aber andere stickstoffhaltige Bestandtheile. Wenn Letztere vorhanden sind, so gibt der Niederschlag[1]) beim Erhitzen für sich oder mit Natronkalk Ammoniakreaction. — In dieser Weise kann man sich überzeugen, dass die Quellwässer und die Grundwässer — wenn sie vollkommen klar sind — keinen andern Stickstoff enthalten als unter der Form von NH_3, N_2O_3 oder N_2O_5, indem dieselben ein N freies Eisenhydroxyd liefern, während dagegen Flusswässer und die öffentlichen Wässer, die trübe sind von suspendirten Ueberresten von Abfallstoffen (wie z. B. die Wässer der Kanäle in den holländischen Städten), Stickstoff auch unter der Form von mit $Fe_2(OH)_6$ fällbare Bestandtheile enthalten. Dies ist auch noch der Fall, wenn die Wässer durch Sand u. s. w. filtrirt sind. Diese Wässer sind zwar auch im filtrirten Zustande nie vollkommen klar, wie am Besten zu erkennen ist, wenn man dieselbe in geklärtem und ungeklärtem Zustande in durchfallendem Licht vergleicht[2]).

Nach der, nöthigenfalls wiederholten, Klärung sind diese Wässer aber vollkommen frei von durch $Fe_2(OH)_6$ fällbaren stickstoffhaltigen Substanzen.

---

1) Das Eisenhydroxyd setzt sich gewöhnlich grobflöckig ab und lässt sich durch Decantation leicht sammeln. Wenn Kohlensäurebläschen es schwimmen machen, so erwärmt man die Flüssigkeit einige Zeit auf 60°, wobei der Niederschlag feinflockig wird. Das Hydroxyd muss zum Zwecke der weiteren Untersuchung mittels Glaswolle von der Flüssigkeit getrennt werden.

2) Ich benütze dazu Röhren von 75 cm Länge, die an beiden Seiten mittels Glasplatten abgeschlossen sind. Wenn der Diameter dieser Röhren 6—7 cm beträgt, so hindert die Lichtreflexion auf die innere Glaswand gar nicht mehr.

Die auf diese Art gewonnene Unterscheidung zwischen Wässern, welche ein N-haltiges und solche, welche ein N-freies Eisenhydroxyd bei der Behandlung mit Eisenchlorid liefern, hat eine nicht unwichtige hygienische Bedeutung, wie aus dem Folgenden hervorgeht.

Bekanntlich hat das Wasser bedeutender Flüsse an deren Mündung oft einen schädlichen Einfluss auf die Gesundheit einzelner Personen, die es als Trinkwasser gebrauchen. Es ist z. B. in Holland allgemein bekannt, dass in Rotterdam und Dordrecht nach dem Genusse von Maaswasser Personen, die daran nicht gewohnt sind, sehr leicht Durchfall bekommen, und es gibt selbst Leute, die sich daran gar nicht gewöhnen.

Diese Eigenschaft wird dem Maaswasser durch die Klärung mit Eisenchlorid vollständig genommen. Nicht nur durch unzählige private Erfahrungen ist dieses theoretisch und practisch wichtige Factum ausser Zweifel gesetzt, sondern auch durch officielle Versuche, welche die obengenannte Regierungscommission im Jahre 1868 darüber an der Bemannung niederländischer Kriegsschiffe angestellt hat. Diese Versuche und andere in derselben Richtung sind in dem Bericht der Commission ausführlich mitgetheilt[1]).

Im Jahre 1873, bei Gelegenheit der Cholera-Epidemie, hat Dr. Th. van Doesburg in Rotterdam eine Anstalt errichtet, in welcher das Maaswasser in grösserem Maassstabe mit Eisenchlorid geklärt und dem Publicum zur Verfügung gestellt wurde.

Der hier in grösseren Mengen sich anhäufende Bodensatz gerieth alsbald in heftig stinkende Gärung. Bei 180° getrocknet enthielt derselbe 32,7 % organische Stoffe, die beim Erhitzen einen schweren, widerlich riechenden Qualm lieferten. Diese organischen Stoffe enthielten 1,2 % Stickstoff.

So vollständig werden die gärungsfähigen Bestandtheile aus dem Maaswasser abgeschieden, dass es im geklärten Zustande beliebig lange Zeit bei Bruttemperatur aufbewahrt werden kann, ohne die Klarheit im Geringsten einzubüssen oder sich in irgend einer Weise zu ändern.

---

1) Siehe: Rapport aan den Koning van de Commissie, benoemd by Zyner Majesteis besluit van 16. Juli 1866 No. 68 tot onderzoek van drinkwater. 2e druk. s'Gravenhage, van Weelden en Mingelen 1869.

Diese Erfahrungen machen es sehr wahrscheinlich, dass die Durchfall erregenden Bestandtheile in ungelöstem Zustande an den äusserst feinen, sich gar nicht mehr absetzenden und auch durch die gewöhnlichen Filtrirmittel nicht zu beseitigenden Schlammtheilchen haften; und weiter, dass dieselben in den noch gärungsfähigen Ueberresten der Abfallstoffe bestehen, welche der Fluss in seinem Lauf aufgenommen hat. Die vollständige Auflösung dieser Stoffe scheint aber mit ihrer völligen Oxydation in dem reichlich sauerstoffhaltigen Wasser zusammenzufallen; das geklärte Wasser enthält wenigstens nur sehr wenig sog. organische Stoffe mehr. Die letzteren scheinen überdies humusartiger Natur zu sein, da das Wasser sich beim Eindampfen ohne trübe zu werden gelblich färbt.

Nebenbei sei bemerkt, dass das Flusswasser fast niemals NH_3, N_2O_3 oder N_2O_5-Verbindungen enthält. Die fermentative Natur der schwebenden organischen Stoffe ist vielleicht Ursache, dass das salpetrigsaure Ammoniak sogleich in Wasser und Stickstoff zerfällt.

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass die gleichen Betrachtungen für jedes Wasser gelten, welches Ueberreste von Abfallstoffen in ungelöstem und unoxydirtem Zustande enthält, also auf das Wasser von Kanälen, Teichen, Drains u. s. w., insofern dieselben nicht vollkommen klar sind. Indessen ist hierbei zu bemerken, dass derartige Wässer in einzelnen und Grundwässer in vielen Fällen einen geringeren oder stärkeren Grad von Trübung zeigen können, die ganz anderer Natur ist. Abgesehen von der mittels Salzsäure leicht zu erkennenden Trübung durch kohlensauren Kalk kann dieselbe auf der Anwesenheit von feinen sich nicht absetzenden Thontheilchen beruhen, bei Wässern aus grösseren Tiefen in moorigen Gegenden auch wohl auf der allmählichen Abscheidung von in Kohlensäure gelösten Eisenoxydul-Alaunerdesilicaten. Diese Wässer werden ebenso wenig als die Flusswässer durch Salzsäure oder durch ruhiges Stehen klar; sie klären sich aber durch Zusatz von Gypslösung[1]), was jedoch mit Flusswasser nicht der Fall ist.

1) Wässer aus Bohrlöchern, welche aus diesen Ursachen trübe sind, werden oft vollkommen klar, wenn man in das Bohrloch eine gewisse Menge

II.

Unter dem Namen mikroskopische Wasserprüfung wird oft ein directes Aufsuchen von Bacterien oder sonstigen Organismen mittels des Mikroskopes verstanden; in Holland werden selbst Vorschriften zu einer derartigen Wasseruntersuchung gegeben. Es ist aber einleuchtend, dass diese Prüfung in den allermeisten Fällen gar keine Bedeutung hat. Wässer, welche soviel Nahrungsstoffe enthalten, dass sie fortwährend trübe sind von Bacterien, werden wohl selten als Trinkwasser zur Untersuchung kommen. Sind aber die Nahrungsstoffe in geringerer Menge anwesend, so erreicht die Verdünnung leicht einen Grad, bei welchem ein üppiges Bacterienleben nicht mehr möglich ist. Die niedern Organismen hören dann schnell auf, mikroskopisch erkennbar zu sein und gehen in den Zustand der Keime oder anderer Dauerformen über.

Noch viel weniger Bedeutung für die hygienische Beurtheilung des Wassers hat das Auffinden von Bacterien etc. in den Bodensätzen und Flöckchen, die sich in den zu untersuchenden Wasserproben bilden, weil dieselben sehr oft ihren Ursprung in zufällig mit eingeschlossenen Pflanzentheilchen, absterbenden Algen u. s. w. haben. Sehr reines Wasser aus einer nicht gefassten Quelle oder aus einem mit stehendem Wasser gefüllten Bohrloch kann sehr leicht solche mit der Natur des Wassers in keinem Zusammenhang stehende Objecte enthalten.

Es bleibt somit als wesentliche bacteriologische Untersuchungsweise nur die Züchtung oder Wiederbelebung der vorhandenen Keime oder Dauerformen übrig. Dass solche überhaupt in jedem Wasser vorausgesetzt werden müssen, folgt aus der Hypothese der Panspermie ebenso gut, als dies für die Luft gilt. Es muss selbst angenommen werden, dass diese Gebilde sich im Wasser gleichmässiger vertheilen und deshalb mehr constant vorfinden müssen als in der Luft, weil der Unterschied der specifischen Gewichte in letzterem Medium grösser ist als im ersteren. Es muss somit

---

Mauerschutt wirft, der genug Gyps enthält, um das Schwebendbleiben der thonigen Stoffe zu verhindern.

leichter sein, ein bestimmtes Quantum Luft steril zu finden als ein gleiches Quantum Wasser, das an der Oberfläche des Bodens vorkommt oder überhaupt mit der Atmosphäre in Berührung gewesen ist. Doch würde es äusserst interessant sein, Wasser, aus tiefen Erdschichten stammend, bacteriologisch zu untersuchen. Nach Koch's Untersuchungen[1]) könnte man vielleicht erwarten, diese steril zu finden[2]).

Uebrigens ist es selbstverständlich, dass man auch in den Wässern in erster Linie die Keime der überall gegenwärtigen Fäulnissbacterien voraussetzen muss; aber es verdient gleich bemerkt zu werden, dass dieselben sich hier in einem anderen Zustande befinden müssen als in der Luft: nämlich vollkommen durchdrungen von Wasser und in Folge dessen viel leichter sowohl durch Hitze zu tödten als in Nährflüssigkeiten zur Lebensäusserung zu bringen; während die Luftkeime, weil sie der Mehrzahl nach ausgetrocknet sein müssen, nach beiden Richtungen widerstandsfähiger sein sollten. Dieser Unterschied tritt wirklich so in die Erscheinung, dass sterilisirte Nährflüssigkeiten ungleich leichter von den gewöhnlichen Wässern inficirt werden als von der Luft. Doch geht der Unterschied natürlich nicht so weit, dass man es gänzlich unterlassen könnte, die zur bacteriologischen Untersuchung kommenden Wasserproben vor der Infection mit Luftkeimen zu beschützen. Bis jetzt habe ich dieser Anforderung dadurch zu genügen gesucht, dass die zum Probenehmen bestimmten Flaschen von höchstens 100 ^{cm} Inhalt, nach sorgfältiger Reinigung mit einem Wattepfropfen verschlossen, längere Zeit einer Temperatur von 150^{0} ausgesetzt wurden. Beim Füllen selbst muss man sich natürlich den Verhältnissen, unter welchen das Wasser sich befindet, anpassen, um die Berührung mit inficirten Gegenständen möglichst zu vermeiden. Es lässt sich darüber kaum etwas Allgemeines sagen, nur daran sei erinnert, dass ein längeres Durchströmen des

1) Siehe Mitth. a. d. kaiserl. Ges.-Amt I S. 35.

2) Ich habe, zwar auf unvollkommene Weise, einen derartigen Versuch an der Marienquelle in Marienbad ausgeführt. Die gezüchteten Bacterien waren aber von denen, die gewöhnlich angetroffen werden, nicht zu unterscheiden.

Wassers und sofortige Abschliessung desselben in die Flaschen unter Wasser am meisten dem Zwecke entspricht.

Die Abschliessung der Proben erreiche ich durch flambirte oder unter Wasser gekochte Stückchen Stanniol, die mittels ebenso desinficirten Korken in die Oeffnung der Flaschen eingedrückt werden. Besser aber scheint es, dass der Korkstopsel ein geschlossenes, mit desinficirter Luft gefülltes Glasreservoir trägt, das mit einer zugeschmolzenen Spitze in die Flasche hineinragt. Diese Spitze wird beim Aufsetzen des Korkes unter Wasser abgebrochen. Das Volumen des Wassers kann dann den Temperaturschwankungen folgen, ohne die genaue Schliessung des Korkes zu gefährden.

Der weitere Zweck ist nun der, die neben den gewöhnlichen Fäulnisspilzen möglicher Weise anwesenden fremden (pathogenen) Bacterien zur Erkennung zu bringen; das kann natürlich bei dem Ueberschusse und dem schnellen Wachsthum der ersteren nur durch Reincultur geschehen. Bekanntlich hat Dr. R. Koch über diesen Gegenstand eine werthvolle Kritik gegeben, aus welcher die Empfehlung der Nährgelatine als Resultat hervorgegangen ist. Obschon nun Koch selbst diese Nährgelatine zu der Untersuchung des Wassers gebraucht hat, habe ich mich nicht entschliessen können, in dieser Hinsicht seinem Beispiel zu folgen. Er gebraucht nämlich die Nährgelatine nicht nur als Substrat für die Reinculturen, sondern auch zur Gewinnung der Aussaat, indem er das zu untersuchende Wasser mit der flüssig gemachten Nährgelatine mischt und die Colonien sich in der erstarrten Masse entwickeln lässt. Dies scheint mir unstatthaft, denn ich glaube, dass die Nährgelatinen nur zu Reinculturen an geritzten Stellen der freien Oberfläche brauchbar sind[1]). Ueberdies sind bei der

1) Die Oberfläche der erstarrten Gelatine hat durch die Abkühlung Wasser verloren und bildet in Folge dessen eine glatte, ziemlich feste, membranartige und nicht hygroscopische Haut; darin besonders scheint mir der Grund zu liegen, warum dieser Nährboden so schwer von (trocknen) Luftkeimen inficirt wird. Bedürfen doch die Bacterien eine in Beziehung zu ihrer Körpergrösse ansehnliche Menge Flüssigkeit zu ihrer Entwicklung. Dieselbe kann allerdings stellenweise zufällig auf der Gelatine-Oberfläche anwesend sein oder gebildet werden, aber nur durch das Ritzen der Oberfläche wird sie sicher herbei-

Wasseruntersuchung aus später zu erörternden Gründen Temperaturen nöthig von 35 bis 40°, wo sich die Gelatinen verflüssigen und alle Vortheile des festen Nährbodens also wegfallen.

Die Reincultur hat die bekannten Bedingungen des Pilzlebens derartig zu erfüllen, dass die Arten — die Specificität wird hierbei natürlich vorausgesetzt — von einander getrennt werden, entweder örtlich, so dass jede einzelne Art sich local ausbilden kann, ohne von den andern gehindert zu werden; oder in der Weise, dass die eine im Vergleiche mit den andern so günstige Lebensverhältnisse vorfindet, dass sie diese überwuchert. Ersteres — die örtliche Trennung — ist der Hauptgedanke sowohl des Koch'schen Verfahrens als der Buchner'schen Methode[1]), während Klebs, Pasteur u. A. sich bei ihren Versuchen in der anderen Richtung bewegten; sie wählten die Verhältnisse so, dass der gesuchte Pilz schneller wachsen und sich vervielfältigen konnte als alle anderen. Diese letztgenannte Methode setzte eigentlich die Kenntniss von der jedem Pilze günstigsten Nahrung voraus; da aber diese Kenntniss fehlt, so ist das Resultat dieser Reinculturen mehr oder weniger dem Zufall überlassen und eine methodische Untersuchung vorläufig unmöglich. Die Koch'sche Methode der Impfung auf dünne Schichten sterilisirter Nährgelatine, so schön sie übrigens ist, verzichtet auf die Anwendung von oft unentbehrlichen höheren Temperaturen, und die Buchner'sche ist nur anwendbar, wenn der zu isolirende Pilz in der vorhandenen Colonie schon bei Weitem die Oberhand an Zahl hat.

---

gebracht. In dieser Art angewendet, ist also dieser Nährboden zu Reinculturen sehr geeignet, wenn man keine höheren Temperaturen als 20 bis 25° braucht. — Aber die trockne Haut erschwert auch den Zutritt des Sauerstoffes der Luft, die meiner Ansicht nach, trotz aller Phantasien der sog. Anaërobiose, als unerlässliche Bedingung für das Bacterienleben zu betrachten ist (siehe meine Arbeiten darüber: Journal für prakt. Chemie 1877, 1878 und 1879 und die späteren schönen Untersuchungen von Engelmann, Bot. Zeitung 1882). Koch's eigene Erfahrungen scheinen mir neue Belege zu liefern für diesen Satz. Wäre überall in der Gelatinenmasse genug Sauerstoff vorhanden, dann müsste doch eine gleichmässige Trübung bei der Entwicklung der Bacterien eintreten; aber es bildeten sich Colonien, d. h. Anhäufungen von Bacterien wohl an den Stellen, wo kleine Luftbläschen in der erstarrten Masse eingeschlossen waren.

1) Untersuchungen über die niederen Pilze S. 147.

Für die Wasseruntersuchung, wo die Aufgabe ist, unter einer grossen Mehrzahl anderer Pilze die Existenz von wenigen eigenthümlichen Formen zur Anschauung zu bringen, kann deshalb keine dieser Methoden mit einigermaassen sicherer Aussicht auf Erfolg angewendet werden. Am meisten würde noch das Koch'sche Verfahren versprechen, wenn man sich mit Temperaturen von 20 bis 25° begnügen wollte; die bei Wasseruntersuchungen offenbar überwiegende Schwierigkeit, dass die in Anwendung kommende Menge der Flüssigkeit viel zu gering ist, um dem Zwecke entsprechen zu können, würde vielleicht dadurch gehoben werden können, dass man das Wasser auf geeignete Weise, z. B. durch Verdampfen in einem pilzfreien Luftstrome bei 30 bis 40°, concentrirte. Doch bleiben noch andere Bedenken übrig, die es als wünschenswerth erscheinen lassen, auch noch in anderen Richtungen dem Ziele entgegen zu streben.

Ich habe daran gedacht, die Sichtung der verschiedenen Bacterienarten dadurch zu erzielen, dass man die mit dem Untersuchungsmaterial inficirte Nährflüssigkeit durch Erwärmung auf eine bestimmte Temperatur z. B. von 60° partiell sterilisirt. Bekanntlich sind die Optima der Temperatur für die Lebensenergie der Bacterienarten verschieden, und voraussichtlich wird also auch, beim Erwärmen auf höheren Temperaturen als dieses Optimum, die Abschwächung der Energie in verschiedenem Maasse stattfinden. Man kann also davon ausgehen, dass nach der Erhitzung auf eine bestimmte Temperatur gewisse Bacterienarten entweder getödtet oder bis zur Unwirksamkeit abgeschwächt sind, andere dagegen von ihrer Energie wenig oder nichts eingebüsst haben, so dass von jetzt an diese letzteren die ersteren in dem Kampf ums Dasein überwältigen können.

Es lässt sich gegen diese Ansicht einwenden, dass man es bei der Wasseruntersuchung nicht zu thun hat mit Pilzen, die in regem Leben begriffen sind, sondern mit Keimen oder Dauerformen, für welche die gemachte Voraussetzung vielleicht nicht zulässig ist. Das ist aber kein Grund, Versuche mit der Anwendung des Princips nicht anzustellen, besonders wenn man bedenkt, dass die organischen Gebilde in den Wässern sich in ganz anderen

Zuständen vorfinden, als diejenigen sind, in welchen bis jetzt ihre Widerstandsfähigkeit erprobt worden ist.

Auch könnte bemerkt werden, dass man bei diesem Verfahren von der Voraussetzung ausgeht, dass die Nährflüssigkeit, deren man sich bedient, für alle vorhandenen Organismen zwar nicht die günstigste, aber doch zuträglich sei. Nach den Erfahrungen von Koch, Gaffky u. A., dass bestimmte pathogene Bacterien in sehr verschiedenartigen Nährflüssigkeiten in mehreren Generationen gezüchtet werden können, ohne morphologischen oder physiologischen Veränderungen zu unterliegen, erscheint dies Bedenken von untergeordnetem Gewicht.

Ich erlaube mir jetzt über einige vorläufige Experimente, die ich in dieser Richtung angestellt habe, kurz zu berichten.

Die Form und Einrichtung der Glasapparate, derer ich mich bediene, gehen aus dem beigegebenen Bilde (Fig. 1, 1/5 der natürlichen Grösse) hervor. Die Umbiegung des mit Watte verschlossenen Schenkels halte ich für sehr wesentlich. Denn wenn sich der Pfropfen, wie gewöhnlich, senkrecht über der Flüssigkeit befindet, so fallen bei längere Zeit in Anspruch nehmenden Versuchen leicht Theilchen von abgestorbenem Pilzmycelium, das die Watte durchsetzte, oder Schimmelpilzsporen in die Flüssigkeit und verderben den Versuch. — Der rechtwinklig gebogene, dünnere Schenkel, der in eine fein ausgezogene Spitze endet, dient sowohl zum Einbringen der Nährflüssigkeit und des zu untersuchenden Wassers (durch vorsichtiges Ansaugen am Watteverschluss mittels eines geeigneten Aspirators) als auch dazu, um jeden Augenblick ohne Unterbrechung des Versuches, Proben der Flüssigkeit zu mikroskopischer Untersuchung und zu neuen Culturen entnehmen zu können. Dies geschieht durch geeignetes Neigen des Apparates. Die Spitze bleibt offen, da bekanntlich durch enge vertical stehende Röhren keine Infection durch Luftkeime stattfindet.



Fig. 1.

Die Apparate werden mit oft erhitzter und nach dem Erkalten klar filtrirter Hefeabkochung beschickt. Die Sterilisirung findet statt in einem zu diesem Zwecke construirten Holzkasten, in welchem die Apparate ganz frei aufgehängt werden können und der eine beliebige Zeit von Wasserdampf von etwas über 100° durchströmt werden kann. Die Prüfung geschieht im Brutraum bei einer Temperatur von 35 bis 40°, die ununterbrochen vierzehn Tage unterhalten wird; d. h. die Sterilisirung wird nur als gelungen betrachtet, wenn die Flüssigkeit nach diesem Zeitraum nichts von ihrer Klarheit eingebüsst hat. Man kann dieselbe dann beliebig lange unverändert bewahren.

Die Inficirung findet in der Weise statt, dass der dünne Schenkel flambirt, möglichst schnell ziemlich tief in die Wasserprobe eingesenkt, ein beliebiger Theil davon aufgesogen und sodann mit der Hefeflüssigkeit gemischt wird.

Die drei Bilder (Fig, 2, 3 und 4)[1]) zeigen die Formen (320 ×), welche von mir aus verschiedenen Wässern (Dünenwasser zu

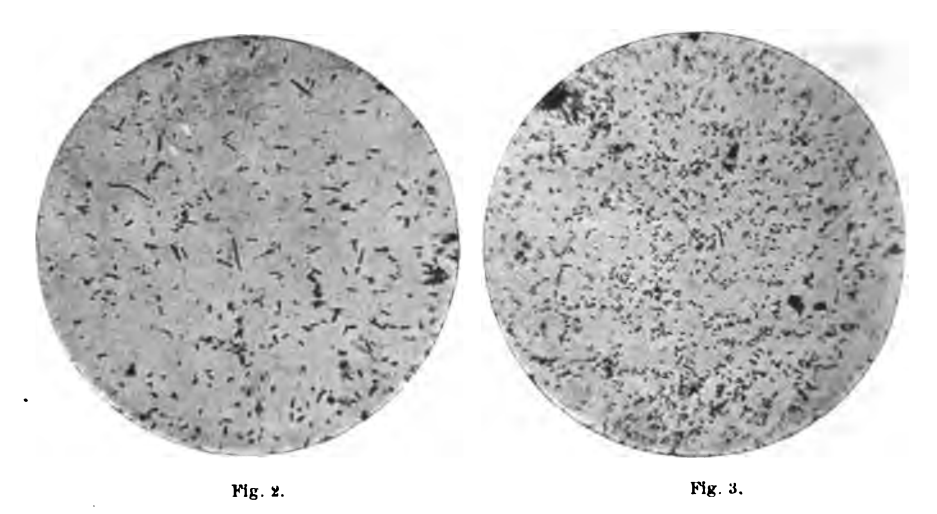


Fig. 2. Fig. 3.

Amsterdam, Wasser aus der Wasserleitung zu Nijmegen, Flusswasser aus der Maas und aus der Vecht) gezüchtet wurden. Sie

1) Die Photogramme verdanke ich der Kunstfertigkeit eines meiner Assistenten, des Herrn N. van der Sleen.

bestehen offenbar aus den gewöhnlichen Coccus, Bacterien und Bacillen, die in den meisten faulenden Flüssigkeiten vorkommen; die Unterschiede zwischen den Proben sind nur quantitativer Art. In Fig. 3 herrscht die Bacterienform vor, in Fig. 2 und 4 die Bacillusform und der Unterschied zwischen diesen beiden und den Bacillen von Fig. 3 besteht nur in der verschieden starken Verbindung einzelner Bacillen zu kettenartigen Gebilden.

Dagegen zeigt Fig. 5 (desgleichen 320 ×) eine ganz eigenthümliche Form, die in den anderen gar nicht oder nur in einzelnen schwer zu erkennenden Individuen vorkommt, während die

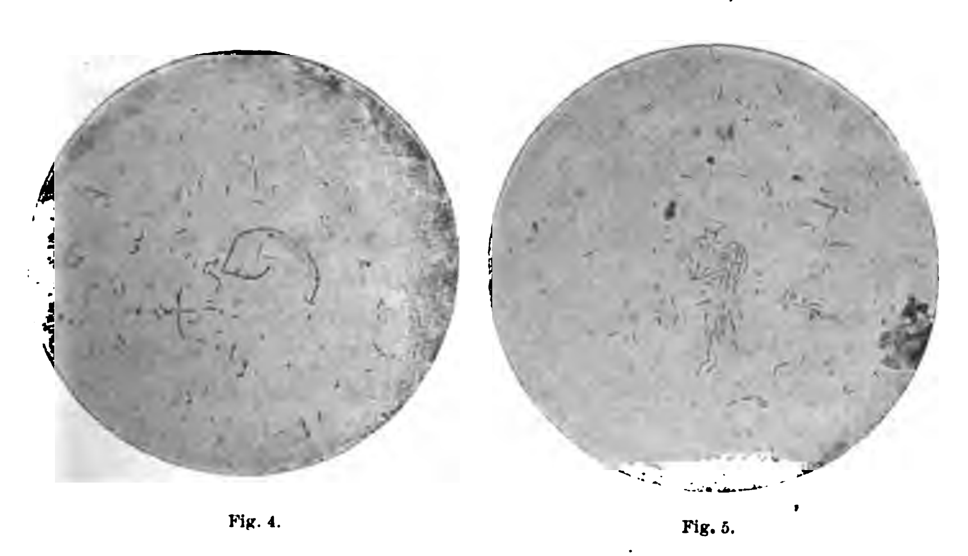


Fig. 4. Fig. 5.

Formen von Fig. 2, 3 und 4 in 5 gänzlich fehlen. Diese eigenthümlichen Pilze bilden sich sehr oft (jedoch nicht immer) in den Flüssigkeiten, welche die Formen von Fig. 2, 3 und 4 haben entstehen lassen, nachdem diese Flüssigkeiten zwei Stunden auf 100° erhitzt worden sind und darauf im Brutraum bei 35 bis 40° aufbewahrt werden. Eine niedrigere Temperatur bringt dieselbe nicht oder nur äusserst träge zum Vorschein.

Es sind äusserst dünne, schwach contourirte Bacillen, die unter dem Mikroskope leicht übersehen werden, wenn sie nicht in grösserer Zahl anwesend sind, zumal sie sich nur selten der Länge nach im Gesichtsfelde zeigen. Das Bild ist einem eingetrockneten

Präparat entnommen. Sie haben eine etwas schwerfällige pendelartige Bewegung ohne deutliche Locomotion. Aber am deutlichsten sind diese Bacillen makroskopisch characterisirt, indem sie beim langsamen Umschütteln der Flüssigkeit, in welcher sie entstanden sind, stark atlasglänzende Streifen und Wellen von ganz eigenthümlichem Aussehen bilden. Durch diese Merkmale, sowie durch die Abwesenheit jeder Zooglaeadecke sind diese Bacillen hinreichend von allen andern mir bekannten unterschieden und speciell von den Heubacillen, mit welchen sie übrigens in der Art des Entstehens einige Uebereinstimmung zeigen.

Wie schon bemerkt, werden diese Bacillen nicht zu jeder Zeit in jedem Wasser angetroffen und auch ihre relative Menge kann sehr verschieden sein. Ist ein Wasser sehr reich daran, dann sind sie mikroskopisch und makroskopisch schon einigermaassen sichtbar in der Zucht, die man vor dem Erhitzen auf 100° bekommt.

Ich will über diese Organismen für jetzt nur noch dies hinzufügen, dass dieselben leicht weiter für sich cultivirt werden können, ohne die erwähnten Eigenthümlichkeiten zu verlieren, und dass sie weder als solche, noch wenn sie in thierischen Flüssigkeiten cultivirt sind, pathogene Eigenschaften zu besitzen scheinen.

Wir haben also hier einen Fall von regelrechter Reincultur, die durch Anwendung des oben erwähnten Princips erhalten ist. Ein Theil der anwesenden Pilze ist getödtet oder bis zur Unwirksamkeit abgeschwächt durch Anwendung einer hohen Temperatur. Dadurch ist für andere Pilze, die sich sonst nicht oder nur sehr schwer gezeigt haben würden, die Möglichkeit entstanden, an den Tag zu kommen. Die (bloss der Bequemlichkeit wegen gewählte) Temperatur war 100°; selbstverständlich muss aber bei einer methodischen Untersuchung eine Reihe von niedrigeren Temperaturen vorangehen. Obendrein lassen sich die Verhältnisse noch in anderen Hinsichten mit Beibehaltung des Princips mehrfach modificiren, sowohl durch die Wahl anderer Nährflüssigkeiten, als

auch dadurch, dass man die tödtenden oder abschwächenden Temperaturen in verschiedenen Ausbildungsstadien der Organismen, welche anfänglich in der inficirten Flüssigkeit entstanden sind, anwendet.

Ich hoffe Zeit und Gelegenheit zu finden, um diese hiermit den Fachgenossen zur Beurtheilung dargebotene Methode der Wasseruntersuchung auch selbst näher zu prüfen.

Amsterdam, Juli 1883.

Die Nahrung der Japaner.[1])

Von

Dr. Botho Scheube,

Docent an der Universität Leipzig.

Während im grössten Theile Europas, namentlich in Deutschland, Fleisch, Brod und Kartoffeln die Hauptcomponenten der Volksnahrung bilden, tritt bei vielen Millionen von Menschen ausserhalb Europas, man kann annehmen, bei einem Drittel der lebenden Menschheit, an deren Stelle ein anderes Nahrungsmittel, das zwar auch bei uns viel gegessen wird, aber doch im Vergleich mit den genannten eine untergeordnete Rolle spielt — der Reis. Die lange Haltbarkeit desselben, seine einfache Zubereitungsweise, die namentlich vor der umständlichen Brodbereitung, bei welcher zudem noch in Folge des Gärungsprocesses ein beträchtlicher Verlust von Material stattfindet, vortheilhaft sich auszeichnet, ferner die Schnelligkeit, mit welcher derselbe verdaut wird, und seine Ausnützbarkeit im Darm, welche die aller andern vegetabilischen Nahrungsmittel weit übertrifft und derjenigen der animalischen beinahe gleichkommt, machen ihn ganz vorzugsweise geeignet zu einem Volksnahrungsmittel. Da aber der Reis in seinem Gehalte an Albuminstoffen den anderen Cerealien und dem Brode nachsteht, sind oberflächliche Beobachter verleitet worden, eine überwiegend aus Reis bestehende Volksnahrung als eine ungenügende, die nothwendig ihre Rückwirkungen auf die körperlichen und geistigen Eigenschaften des Volkes äussern muss, zu bezeichnen, obwohl

1) In anderer Form ist ein Theil dieser Arbeit bereits im vorigen Jahre in den Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens Heft 27 S. 285 veröffentlicht worden.

allein die Thatsache, dass Millionen von Menschen fast ausschliesslich von Reis leben und seit undenklichen Zeiten gelebt haben, dem zu widersprechen scheint. Es dürfte daher nicht ohne Interesse sein, die Ernährungsweise eines solchen reisessenden Volkes einer eingehenderen Betrachtung zu unterziehen. Ein 4½jähriger Aufenthalt in Japan, während dessen meine Berufsthätigkeit mich mit allen Schichten der Bevölkerung in Berührung brachte, setzte mich in die Lage, mir ein selbständiges Urtheil über die Nahrung des japanischen Volkes zu bilden, welches ich durch mannigfache, nach dieser Richtung hin angestellte chemische Untersuchungen zu stützen versuchte. Dass letztere in mancher Beziehung mangelhaft und unvollständig sind, bin ich mir sehr wohl bewusst. Man wird dies aber begreiflich finden, wenn man die Verhältnisse, unter welchen dieselben angestellt werden mussten, bedenkt. Ein wohl ausgerüstetes Laboratorium stand mir natürlich nicht zur Verfügung, ich musste mich vielfach nothdürftig behelfen, und dazu kam noch, dass meine ausgedehnte Berufsthätigkeit mir zu derartigen, derselben ferner liegenden Arbeiten nur sehr wenig Zeit übrig liess. Da aber über diese Frage überhaupt noch keine exacten Untersuchungen angestellt worden sind, hoffe ich, dass auch dieser bescheidene Beitrag zur vergleichenden Physiologie der Nahrungsmittel nicht unwillkommen sein wird.

In der Nahrung der Japaner nimmt der Reis die erste Stelle ein. Der japanische Reis weicht in seiner Zusammensetzung nicht wesentlich von dem anderer Länder ab, wie überhaupt die verschiedenen Reisanalysen nur unbedeutende Differenzen ergeben. Kinch[1]) fand beim japanischen Reis einen grösseren Gehalt an Fett und Salzen. Ich kann ihm hierin wohl, was letztere, aber nicht, was ersteres anbelangt, beistimmen, indem nach meinen Untersuchungen der Fettgehalt des japanischen Reises eher hinter dem des ostindischen (0,8—0,9%) zurückbleibt, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist.

1) A classified and descriptive catalogue of a collection of agricultural products exhibited in the Sidney international exhibition by the imperial college of agriculture, Tokio, Japan, pag. 19; Transactions of the Asiatic Society of Japan, VIII, 3.

In 100 Gramm	Reis aus der Provinz Yamashiro[1])	Reis aus der Provinz Omi	Reis aus der Provinz Echigo	Mittel
Wasser	13,76	13,69	13,38	13,61
Feste Bestandtheile . .	86,24	86,31	86,62	86,39
Eiweiss } Kohlehydrate } . . .	84,24	83,95	84,68	85,01
Fett	0,39	0,27	0,37	0,33
Salze	1,00	1,18	0,97	1,05

Der Reis wird von den Japanern, wie überhaupt in Ostasien, in anderer Weise zubereitet, als es bei uns üblich ist. Man bereitet den Reis nicht für jede einzelne Mahlzeit zu, sondern kocht den Bedarf für einige Tage voraus. Hierzu wird der rohe Reis, nachdem er gewaschen und das Waschwasser abgegossen ist, in eiserne Kessel gebracht und soviel Wasser zugefügt, dass eine geringe Schicht über dem Reis steht. Das zugesetzte Wasser beträgt nach meinen Ermittlungen etwa das 1½fache Volumen des verwandten Volumens Reis. Sodann wird der Reis auf Kohlenfeuer ohne Zusatz von Kochsalz gedämpft, bis das darüber stehende Wasser verdunstet ist. Um nun den Reis noch trocken zu machen, wird er vom Feuer genommen, eine Anzahl von Löchern in ihn hineingedrückt und der Kessel noch einige Zeit auf dem warmen Herde stehen gelassen. Der so zubereitete Reis bildet nicht einen weichen Brei, wie wir ihn auf unserer Tafel erscheinen zu sehen gewohnt sind, sondern die einzelnen Körner bleiben gesondert und ganz erhalten. Sein Geschmack ist ein kräftigerer, welcher nicht auf die Dauer widersteht und es ermöglicht, dass der Reis Tag für Tag mit Genuss gegessen werden kann, was bei unserm Reisbrei nicht möglich ist. Da ferner sein Wassergehalt geringer ist als der des letztern — 65% gegenüber 80% — genügen zur Deckung des nöthigen Nahrungsbedarfes von ihm kleinere Volumina. Der Magen wird in Folge dessen nicht überlastet und der Reis daher, ohne auf die Verdauung störend einzuwirken, auf die Dauer sehr gut vertragen.

1) In den japanischen Wörtern sind die Vokale wie im Deutschen, die Consonanten wie im Englischen auszusprechen.

Aus einer besondern, glutinösen Reisart bereiten die Japaner die beliebten Reiskuchen, Mochi genannt, welche namentlich beim Neujahrsfeste in keinem Hause fehlen.

Wenn auch der Reis in der Kost der Japaner die wichtigste Rolle spielt, so bildet er doch bei keinem Stande und in keiner Gegend die ausschliessliche Nahrung: stets werden neben demselben noch zahlreiche andere vegetabilische und auch animalische Nahrungsmittel genossen. Dieser sei wenigstens mit einigen Worten gedacht.

Von Cerealien werden in Japan ausser dem Reis Weizen, Gerste, Roggen, Mais, Buchweizen und Hirse in mehreren Arten gebaut. Dieselben werden theils gekocht gegessen, theils zu Mehl verarbeitet, welches zur Bereitung von Nudeln und Kuchen dient. Auf dem Lande bildet vielfach Gerste mit Reis zusammengekocht das Hauptgericht, indem der Bauer es vorzieht, den theurern Reis an den Städter zu verkaufen. Brod backen die Japaner nicht. Wenn es auch neuerdings in den Städten, wo Fremde leben, Bäcker gibt, so arbeiten diese doch fast ausschliesslich für die Fremden, und die in den Haushalt von Japanern übergehenden Brodmengen sind verschwindend klein.

Als eine Art von Brod kann man das japanische Fu bezeichnen. Dasselbe stellt ein leichtes, lockeres, poröses Gebäck dar, welches auf folgende Weise bereitet wird: 2 Theile Weizenmehl, und zwar von einer geringen Sorte, die noch Kleie enthält, werden mit je 1 Theil Wasser und Salz stark gekocht, dann der Teig mit Wasser gewaschen, um Kleie und Salz zu entfernen, und nach Zusatz von 2 Theilen Kuchenreismehl von neuem geknetet. Es entsteht so ein ausserordentlich zäher Teig, welcher, um das Wasser herauszulassen, wiederholt durchgeschnitten und darauf in einer cylindrischen, circa einen halben Meter langen eisernen Form gebacken wird. Das Gebäck wird in kleine Scheiben geschnitten und kommt so zum Verkauf. Man isst dasselbe gewöhnlich mit Fisch oder Fleisch zusammengekocht.

Nicht unbedeutend ist die Rolle, welche den Leguminosen in der Nahrung der Japaner zukommt. Bohnen und Erbsen werden in zahlreichen Arten gebaut, deren wichtigste die durch

ihren Reichthum an Stickstoff und Fett und ihren relativ geringen Gehalt an Stärke sich auszeichnende Sojabohne (Glycina hispida) ist. Aus letzterer werden drei wichtige Nahrungsmittel dargestellt: das Tofu oder der Bohnenkäse, das Miso und das Shoyu.

Das Tofu besteht der Hauptsache nach aus Legumin und Calcium- und Magnesiumleguminaten. Seine Darstellungsweise ist folgende: Weisse Sojabohnen werden zuerst in Wasser geweicht und dann zwischen den Steinen einer Handmühle zu einem Brei zerrieben. Dieser wird durch ein Seidensieb geseiht und darauf mit Wasser in einem Kessel bis zum Sieden erwärmt. Sodann wird der Kesselinhalt durch einen Sack von Baumwollenzeug filtrirt und mit einem Hebel ausgepresst. Zur filtrirten Flüssigkeit setzt man, um das Legumin zu fällen, Lake, die von Seesalz bei feuchtem Wetter abläuft. Der Niederschlag wird in durchlöcherte Formen gebracht und durch Belastung mit Steinen ausgepresst. Die zurückbleibende weiche Masse, das Tofu, wird in Tafeln geschnitten, und unter Wasser aufbewahrt, hält sich aber nicht lange. Man isst dasselbe gewöhnlich gekocht. Nach Langgaard[1]) enthält der Tofu 8,2% Eiweiss und 3,1% Fett bei einem Wassergehalte von 88,2%, während von Kinch[2]) ein Eiweissgehalt von 4,9% gefunden wurde.

Ebenfalls den Sojabohnen entstammt das Miso. Zu seiner Bereitung werden die Bohnen gekocht, zu Brei zerrieben und mit fermentirendem Reise und Salz versetzt. Die Mischung bringt man in Fässer und lässt sie an einem kühlen Orte ungefähr einen Monat lang stehen, um dann ohne weitere Zubereitung als Zukost oder in Suppenform genossen zu werden. Es gibt zwei Arten von Miso, weisses und rothes, welche nach Kinch[3]) in ihrer Zusammensetzung nicht unwesentlich von einander abweichen.

Nach seinen Untersuchungen enthält

---

1) Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens Heft 16 S. 268.

2) a. a. O. S. 24.

3) a. a. O. S. 23.

In 100 Gramm	Weisses Miso	Rothes Miso
Wasser	50,73	50,40
Feste Bestandtheile	49,27	49,60
Eiweissartige Stoffe . . .	5,64	10,08
Zucker	17,54	0,61
Lösliche Kohlehydrate . .	6,58	18,16
Cellulose	12,93	8,25
Asche	6,58	12,50

Das Shoyu ist eine pikante Sauce, mit welcher die Japaner in der Regel ihre Speisen anstatt mit Kochsalz würzen, theils bereits beim Kochen, theils erst während des Essens. Auch in der Küche der Europäer findet dieselbe wegen ihres angenehmen Geschmackes nicht selten Verwendung und wird sogar unter dem Namen Soja nach Europa exportirt. Zur Bereitung des Shoyu verwenden die Japaner Sojabohnen, Weizen, Kochsalz und Wasser. Die Bohnen werden zuerst einen halben Tag lang gekocht, und der Weizen wird durch Erhitzen getrocknet und geschrotet. Sodann werden die feuchten Bohnen mit dem Weizenschrot gemengt und nach Zusatz von etwas fermentirendem Weizen einige Tage in der Wärme stehen gelassen, bis die ganze Masse mit Gärungspilzen bedeckt ist. Bei diesem Processe wird ein Theil der Stärke des Weizens in Dextrin und Zucker umgewandelt, und es kommt zur Bildung von Milchsäure und Essigsäure. Die Masse wird darauf mit Wasser und Kochsalz gemischt und in grosse Bottiche gebracht. In diesen bleibt die Mischung, welche anfangs einen dicken, schmutziggrauen Brei bildet, mehrere Jahre stehen, während sie täglich umgerührt wird. Die Masse wird dabei allmählich gleichmässiger und dünner und bekommt eine braune Farbe. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Bohnensauce am wohlschmeckendsten wird, wenn man 3jährige und 5jährige Massen mit einander mischt. Dieselben werden dann in dicke baumwollene Beutel gebracht und durch Belastung mit Steinen ausgepresst. Das durch die erste Pressung gewonnene Shoyu ist die beste und theuerste Sorte, stärkere Belastung und nochmaliger Zusatz von Salzwasser liefern geringere Sorten.

Herr Professor F. Hofmann hatte die Güte mir eine im vorigen Jahre von Herrn Dr. M. Ogata im hygienischen Institute ausgeführte Analyse von in Leipzig gekaufter Soja mitzutheilen. Deren Resultaten stelle ich eine von Kinch gegenüber; die Differenzen, welche beide darbieten, sind auf die Verschiedenheit der zur Analyse verwandten Sorten zurückzuführen.

In 100 Cub.-Cmtr. Shoyu	Ogata	Kinch
Feste Bestandtheile	36,64	35,99
Organische Stoffe	—	16,47
Asche	—	19,52
Eiweissartige Stoffe	—	4,10
Stickstoff	0,99	—
Zucker	—	3,10
Freie Säure (= Milchsäure)	1,159	0,91
Chlornatrium	18,07	—
Kali	1,490	—
Natron	14,605	—
Kalk	0,150	—
Magnesia	0,618	—
Eisenoxyd	0,0122	—
Phosphorsäure	0,380	—

Bohnen und Erbsen werden von den Japanern auch als Gemüse gegessen, und Bohnenmehl findet vielfach Verwendung zur Bereitung von Kuchen.

Von den übrigen Vegetabilien, welche die japanische Nahrung zusammensetzen helfen, seien nur erwähnt Rettige, Rüben, Kartoffeln, Bataten, verschiedene Arten Yamswurzeln, Pilze, Seetang. Eingesalzene Rettige oder auch Rüben fehlen fast bei keiner Mahlzeit; dieselben werden zusammen mit dem Reise gegessen und ersetzen den fehlenden Salzzusatz. Demselben Zweck dienen auch vielfach eingesalzene, künstlich rothgefärbte Pflaumen. Den eingesalzenen Rettigen kommt noch eine weitere, nicht unwichtige Rolle zu: der so leicht verdauliche Reis übt als alleinige Kost

einen zu schwachen Reiz auf den Darm aus; diesem Mangel wird durch den Zusatz der Rettige abgeholfen, welche als unverdauliche Massen den Darm passiren und dabei die zur Verdauung und Resorption nöthigen Bewegungen desselben erregen. Andere Völker, wie die Indier, die Bewohner von Java, die Siamesen essen zum gleichen Zwecke zum Reise starke Gewürze, die bekannte Curry-Sauce.

Das Fleisch fängt erst in neuerer Zeit an, eine grössere Rolle im Haushalte der Japaner zu spielen, indem das Beispiel der Europäer dazu beigetragen hat, die religiösen Bedenken, welche gegen den Fleischgenuss bestanden, zu besiegen. Von Hausthieren werden in Japan nur Rinder geschlachtet, abgesehen von den Hafenstädten, wo auch das Fleisch aus China importirter Schweine für den Tisch der Fremden geliefert wird; die Japaner essen dasselbe aber nicht. Während der letzten Jahre hat der Fleischconsum in Japan nicht unbeträchtlich zugenommen; nach amtlichen Angaben wurden dort im Jahre 1879 24000, in 1880 36000 Stück Rindvieh geschlachtet. Derselbe beschränkt sich aber noch auf die grossen Städte, auf dem Lande und in den kleineren Städten hat er noch keinen Eingang gefunden. Das Fleisch könnte überhaupt erst dann ein allgemeines Volksnahrungsmittel werden, wenn die Viehzucht in Japan eine grössere Ausdehnung gewänne, als dies jetzt der Fall ist. Die Milch betrachten die Japaner nicht als Nahrungsmittel, sie trinken dieselbe nur als Medicin und dann gewöhnlich auch nur in einer solchen entsprechenden Dosen. Butter und Käse sind ihnen vollkommen fremd.

Das Fleisch von Wild, von Wildschweinen und Hirschen, haben die Japaner von jeher gegessen, desgleichen Geflügel, namentlich Hühner, aber dieselben sind wegen ihres hohen Preises stets weniger eine Speise des Volkes, als der bevorzugten Klassen gewesen. Dasselbe gilt von den Eiern.

Eine wichtige Rolle in der Nahrung des Volkes spielen dagegen die Fische, nicht nur an der Küste, sondern auch im Binnenlande, wohin dieselben in grossen Mengen eingesalzen und getrocknet transportirt werden. Doch würde man irren, wenn man annehmen wollte, dass sie alle Tage auf den Tisch jedes Japaners

kommen. Von einem nicht unbeträchtlichen Theile der Bevölkerung werden die Fische nicht öfters als ein paar Mal in der Woche oder gar im Monate gegessen[1]). Auch Mollusken, namentlich Austern und andere Muschelthiere, Tintenfische, Holothurien, bilden beliebte Gerichte, kommen aber mehr als Leckerbissen für Gourmands, wie als eigentliche Nahrungsmittel in Betracht.

Was ferner die Getränke der Japaner betrifft, so kann man den Thee als Nationalgetränk κατ' ἐξοχήν bezeichnen. Der dünne, hellgelbe, leicht bitterlich-aromatisch schmeckende Aufguss desselben wird von Alt und Jung zu jeder Zeit an Stelle von Wasser getrunken. Zum Genuss des letztern kann gewöhnlich den Japaner nur sehr starker Durst oder Krankheit bewegen.

Ein zweites Nationalgetränk ist der aus Reis bereitete Sake, welcher in Japan beinahe eine ähnliche Rolle spielt, als bei uns in Deutschland das Bier. Nach dem japanischen Kataloge für die Weltausstellung in Philadelphia stellte sich im Jahre 1874 die Production desselben pro Kopf der Bevölkerung auf 20¼ Liter[2]). Der Alkoholgehalt des Sake beträgt 11—15%.

Die aus Europa importirten Alkolica sagen zwar zum Theil auch dem japanischen Gaumen zu und werden in den grossen Städten, wo man dieselben haben kann, vielfach bei besonderen Gelegenheiten getrunken, dem Gros der Bevölkerung sind sie aber vollkommen fremd.

Ich beschränke mich auf diese kurze Uebersicht der japanischen Nahrungsmittel, zumal dieser Gegenstand schon wiederholt der Besprechung unterzogen worden ist. Dagegen hat die Frage, in welcher Menge und Verbindung mit einander die verschiedenen Nahrungsmittel aufgenommen werden, kaum noch Berücksichtigung gefunden, und doch ist vor allem die Beantwortung derselben nöthig, um den Werth oder Unwerth einer Ernährungsweise beurtheilen zu können. Es wurden daher von mir bei einer Anzahl von Japanern, im Ganzen 9, während mehrerer auf einander folgender Tage Wägungen der bei den einzelnen Mahlzeiten eingeführten Nahrungsmengen vorgenommen. Leider standen mir

1) Van Buren, The food of the japanese people. Yokohama 1881 pag. 3.

2) Korschelt, Mittheilung. d. deutsch. Gesellschaft etc. Heft 16 S. 257.

zu diesem Zwecke nur Studenten und Krankenwärter zur Verfügung, so dass man meinen Untersuchungen den Vorwurf der Einseitigkeit machen kann. Alle waren gesunde, die meisten kräftige junge Leute im Alter von 18—28 Jahren, nur einer zählte 36¼ Jahre. Zunächst möge das Resultat dieser Wägungen mitgetheilt werden. Ich begnüge mich, von 6 meiner Versuchspersonen das tägliche Quantum der aufgenommenen Speisen mitzutheilen, während von den 3 andern, welche den Ausgangspunkt für weitere Betrachtungen bilden sollen, die bei jeder einzelnen Mahlzeit eingeführten Nahrungsmengen angegeben werden.

I. **18jähriger Student**, 40 Kilogramm schwer.

Speisen	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm
Reis gekocht	1169	1193	1074
Fisch gebraten	22	—	—
Fisch mit Fu gekocht	—	—	93
Sardinen mit Zwiebeln gekocht	—	41	—
Sushi[1])	344	—	—
Rindfleisch gekocht	—	201	—
Rindfleisch mit Fu gekocht	—	—	119
Erbsen gekocht	61	—	—
Bohnenkäse gekocht	—	144	—
Bohnenkäse mit Sardinen gekocht	—	—	280
Miso-Suppe mit Zwiebeln	159	—	—
Eierspeise	158	—	—
Rettig eingesalzen	145	92	146
Thee	993	880	960
Summa	2051	2551	2672

II. **20jähriger Student**, 47 Kilogramm schwer.

Speisen	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm
Reis gekocht	1069	1436	1403
Reiskuchen (Mochi) geröstet	35	—	—
Fisch gebraten	20	—	—
Fisch mit Fu gekocht	—	—	111

1) Gekochter Reis wird mit Essig (mitunter auch Salz) versetzt, geformt und mit rohem Fischfleisch (oder auch in Oel gebackenem Bohnenkäse) belegt. Ein Lieblingsgericht der Japaner.

Speisen	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm
Uebertrag	1124	1436	1514
Rindfleisch mit Fu gekocht	—	—	141
Rindfleisch mit Rüben gekocht . . .	—	102	—
Erbsen gekocht	86	—	—
Bohnenkäse mit Bohnensauce gekocht	—	388	244
Miso-Suppe mit Zwiebeln.	142	—	—
Zuiki-imo (eine Arumart) mit Seetang gekocht	—	—	85
Grünes Gemüse gekocht.	—	89	—
Rettig eingesalzen	94	97	35
Thee	1190	1360	1280
Summa	2636	3472	3299

III. **20jähriger Student,** 50 Kilogramm schwer.

Speisen	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm
Reis gekocht	1185	1232	1577
Sushi	450	—	—
Fisch gebraten	108	—	39
Fisch mit Fu gekocht	—	—	118
Rindfleisch mit Fu gekocht	—	—	126
Rindfleisch mit Rüben gekocht . . .	—	329	—
Miso-Suppe mit Zwiebeln.	190	—	—
Eierspeise	—	114	—
Zuiki-imo mit Seetang gekocht . .	—	—	236
Grünes Gemüse gekocht.	—	63	—
Rettig eingesalzen	162	126	116
Thee	1194	1200	960
Summa	3289	3064	3172

IV. **21jähriger Student,** 51 Kilogramm schwer.

Speisen	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm
Reis gekocht	1153	1202	1198
Fisch gebraten	25	—	—
Fisch mit Fu gekocht	—	—	105
Rindfleisch mit Fu gekocht	—	—	99
Rindfleisch mit Rüben gekocht . . .	—	104	—
Erbsen gekocht	79	—	—

Speisen	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm
Uebertrag	1257	1306	1402
Bohnen geröstet	64	—	—
Bohnenkäse	—	292	—
Miso-Suppe mit Zwiebeln	145	—	—
Eierspeise	152	—	—
Zuiki-imo mit Seetang gekocht	—	—	139
Grünes Gemüse gekocht	—	81	—
Rettig eingesalzen	102	87	86
Thee	560	560	720
Summa	2280	2326	2347

V. **21 jähriger Student**, 57 Kilogramm schwer.

Speisen	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm
Reis gekocht	2045	1634	1870
Sushi	672	—	—
Fisch gebraten	91	—	—
Fisch mit Fu gekocht	—	—	119
Rindfleisch mit Fu gekocht	—	—	108
Rindfleisch mit Rüben gekocht	—	154	—
Erbsen gekocht	102	—	—
Bohnenkäse mit Sardinen gekocht	—	—	287
Miso-Suppe mit Zwiebeln	130	—	—
Eierspeise	—	121	—
Zuiki-imo mit Seetang gekocht	—	—	120
Grünes Gemüse gekocht	—	92	—
Rettig eingesalzen	232	173	126
Thee	2191	1200	1200
Summa	5463	3374	3830

VI. **28 jähriger Student**, 54 Kilogramm schwer.

Speisen	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm	4. Tag grm	5. Tag grm
Reis gekocht	1405	1565	1495	1465	1410
Fisch gebraten	—	50	96	—	183
Kamaboko[1])	—	58	—	—	24

1) Kamaboko sind aus fein zerkleinertem rohen Fischfleisch und Gerstenmehlbrei gebackene Klösschen.

Speisen	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm	4. Tag grm	5. Tag grm
Uebertrag	1405	1673	1591	1465	1617
Fisch } zusammen gekocht	—	—	—	77	—
Bohnenkäse } zusammen gekocht	—	—	—	100	—
Huhn } zusammen gekocht	81	—	—	—	—
Fu } zusammen gekocht	6	—	—	—	—
Brühe dazu	60	—	—	—	—
Rindfleisch gekocht	82	222	318	376	406
Erbsen mit Zucker geröstet . . .	—	—	—	80	—
Rettig eingesalzen	114	80	64	55	124
Thee	360	580	460	1125	240
Summa	2108	2555	2433	3378	2387

VII. 20 jähriger Student, 49 Kilogramm schwer.

1. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	380	380	380	1140
Fisch und Bohnenkäse gekocht . . .	—	140	—	140
Rindfleisch mit Zwiebeln gekocht incl. 60 grm Brühe	—	—	220	220
Rettig eingesalzen	70	30	—	100
Thee und warmes Wasser	360	300	300	960
			Summa:	2560

2. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	380	380	356	1116
Fisch gebraten mit Kamaboko . .	—	170	—	170
Rindfleisch mit Zwiebeln gekocht incl. 30 grm Brühe	—	—	180	180
Rettig eingesalzen	60	—	21	81
Thee	400	300	290	990
			Summa:	2537

3. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	357	344	426	1127
Fisch } zusammen gekocht	—	126	—	126
Bohnenkäse } zusammen gekocht	—	183	—	183
Brühe dazu	—	14	—	14
Rindfleisch (frisch gewogen) } zusammen gekocht	—	—	206	206
Zwiebeln } zusammen gekocht	—	—	42	42
Brühe dazu	—	—	32	32
Rettig eingesalzen	36	—	19	55
Thee	320	260	360	940
			Summa:	2725

4. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	365	363	345	1073
Fisch gebraten	—	41	—	41
Kamaboko	—	169	—	169
Rindfleisch } zusammen gekocht	—	—	136	136
Zwiebeln } zusammen gekocht	—	—	86	86
Brühe dazu	—	—	47	47
Rettig und Rüben eingesalzen	36	—	12	48
Thee	240	300	400	940
			Summa:	2540

5. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	347	362	251	960
Fisch gekocht	—	93	—	93
Rindfleisch (frisch gewogen) gekocht	—	—	162	162
2 Eier (ohne Schale)	—	—	78	78
Rüben eingesalzen	43	21	—	64
Thee	320	240	680	1240
			Summa:	2597

VIII. 24½jähriger Student, 54 Kilogramm schwer.

1. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	528	580	660	1768
Kamaboko } zusammen gekocht	25	36	—	61
Bohnenkäse } zusammen gekocht	96	112	—	208
Brühe dazu	30	—	—	30
Fisch gebraten	—	50	—	50
Rindfleisch (frisch gewogen) gekocht	—	—	199	199
Rettig eingesalzen	44	—	—	44
Thee	220	125	234	579
			Summa:	2939

2. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	562	728	663	1953
1 Ei	43	—	—	43
Fisch } zusammen gekocht	—	50	—	50
Bohnenkäse } zusammen gekocht	—	78	—	78
Brühe dazu	—	80	—	80
Rindfleisch gekocht	—	—	293	293
Rettig eingesalzen	66	36	39	141
Thee	205	140	145	570
Sake	—	—	100	100
			Summa:	3308

3. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	523	773	684	1980
Eier	41	—	94	135
Fisch gebraten	—	33	—	33
Eierspeise	—	36	—	36
Kamaboko	—	32	—	32
Rindfleisch gekocht	—	—	205	205
Rettig eingesalzen	80	37	—	117
Thee	280	185	200	665
			Summa:	3203

4. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	576	815	538	1929
Fisch } zusammen gekocht	—	93	—	93
Bohnenkäse } zusammen gekocht	—	84	131	215
Rindfleisch mit Bohnenkäse zusammen gekocht	—	—	95	95
Brühe dazu	—	—	40	40
Rettig eingesalzen	76	20	38	134
Thee	260	148	165	573
			Summa:	3079

5. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	309	519	530	1358
Fisch } zusammen gekocht	—	70	—	70
Rüben } zusammen gekocht	—	97	—	97
Rindfleisch gekocht	—	—	216	216
Rettig eingesalzen	69	48	34	151
Thee	210	100	205	515
			Summa:	2407

IX. 36½jähriger Krankenwärter, 48½ Kilogramm schwer.

1. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	675	524	443	1642
Rindfleisch (frisch gewogen) } zusammen gekocht	—	—	100	100
Zwiebeln } zusammen gekocht	—	—	180	180
Rettig eingesalzen	81	78	146	305
Thee	153	198	130	481
			Summa:	2708

2. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	430	456	603	1489
Kamaboko gekocht	—	170	—	170
Brühe dazu	—	110	—	110
Rindfleisch } zusammen gekocht	—	—	128	128
Zwiebeln } zusammen gekocht	—	—	177	177
Rettig eingesalzen	120	53	45	218
Thee	350	230	180	760
			Summa:	3052

3. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	510	528	469	1507
Rindfleisch } zusammen gekocht	—	140	79	219
Zwiebeln } zusammen gekocht	—	113	118	231
Rettig eingesalzen	63	23	44	130
Thee	340	210	.180	730
			Summa:	2817

4. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	519	603	508	1630
Rindfleisch } zusammen gekocht	—	—	104	104
Zwiebeln } zusammen gekocht	—	—	142	142
Rettig eingesalzen	50	202	97	349
Thee	210	210	490	910
			Summa:	3135

5. Tag.

Speisen	früh grm	mittag grm	abend grm	pro Tag grm
Reis gekocht	537	517	570	1624
Rindfleisch } zusammen gekocht	—	—	160	160
Zwiebeln } zusammen gekocht	—	—	54	54
Rettig eingesalzen	108	45	48	201
Thee	260	460	370	1090
			Summa:	3129

Die mittleren Nahrungsmengen, welche von den einzelnen Individuen in 24 Stunden aufgenommen wurden, sind zum besseren Vergleiche auf folgender Tabelle zusammengestellt.

Speisen	Person								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	grm	grm	grm	grm	grm	grm	grm	grm	grm
Reis gekocht	1260	1314	1481	1184	2074	1468	1083	1798	1578
Reis roh	517	539	607	485	840	602	444	737	647
Fleisch und andere stickstoffreiche Nahrungsmittel	373	364	278	307	327	418	363	422	176
Gemüse	159	105	163	122	114	—	25	20	157
Rettig (und Rüben) eingesalzen .	128	75	135	92	177	85	70	117	241
Getränke	944	1277	1118	613	1530	553	1031	580	794
Gesammtmenge	2864	3135	3175	2318	4222	2524	2572	2937	2946

Die angeführten Beispiele geben uns ein Bild der Nahrung des mässig arbeitenden japanischen Grossstädters aus verschiedenen Ständen. Den niedern Ständen gehört der Krankenwärter Nr. IX an, welcher für seine Verpflegung pro Tag 15—20 Pf. verausgaben kann. Die gut situirten Studenten Nr. VI und VIII bezahlen für ihr Essen täglich 40 Pf., während die Kost der übrigen, der der mittleren Stände entsprechend, 30 Pf. pro Tag kostet. Der japanischen Regierung kommt die Verpflegung des Militärs pro Kopf und Tag auf 36 Pf. zu stehen.

In Japan unterscheidet sich die Alltagskost der Reichen viel weniger von der der Armen, als dies bei uns der Fall ist, und man kann getrost behaupten, dass kaum in einem Lande Europas die Nahrung der niedrigsten Klassen des Volkes eine so gute ist, als in Japan. In allen Schichten der Bevölkerung spielt der Reis die Hauptrolle in derselben, mit dem Unterschiede, dass auf den Tisch des Wohlhabenden theurere Sorten desselben kommen, während der Unbemittelte sich mit geringeren Qualitäten begnügt. In fröhlicher Gesellschaft aber gibt sich der vermögende Japaner gerne den Freuden des Mahles hin, und bei solchen Gelegenheiten pflegen Fleisch- und Fischgerichte in grösseren Mengen gegessen zu werden.

Wie aus obigen Tabellen hervorgeht, macht der Reis, wenn man von den Getränken absieht, durchschnittlich etwa 72% der Gesammteinfuhr aus. In der Weise, wie ihn die Japaner zubereiten, zeigt der gekochte Reis, wie eine Anzahl von Analysen ergab, einen nur wenig variirenden Wassergehalt, im Durchschnitt von 65%. Es lässt sich daher leicht aus der Menge des gekochten Reises die diesem entsprechende des rohen berechnen, was bereits auf letzter Tabelle geschehen ist. Demnach betrug die in 24 Stunden aufgenommene Reismenge 444—737 g und stieg nur in einem Falle, bei einem grossen, kräftigen, 57 kg wiegenden Studenten, auf 840 g, im Mittel machte sie nicht mehr als 602 g aus, obwohl es sich grösstentheils um junge, noch im Wachsthume begriffene Leute mit gesundem Appetite handelte. Der Japaner rechnet für einen Erwachsenen, welcher leichte Arbeit verrichtet, 4—5 Go = circa 600—750 g Reis, für einen Arbeiter je nach der Grösse seiner Leistung 5—7 Go = 750—1050 g.

Es werden also gar nicht so grosse Reismengen vom Japaner verschlungen, wie Wernich[1]) annimmt. Letzterer hat offenbar die ihm für gekochten Reis, welcher noch dazu weniger Wasser enthält, als der nach unserer Weise zubereitete (80%), gemachten Angaben auf rohen bezogen, er hat das japanische gozen oder meshi (gekochter Reis) mit kome (roher Reis) verwechselt[2]).

Die Gesammteinfuhr beträgt bei unsern Japanern nach Abrechnung der Getränke durchschnittlich 1541—2692 g pro Tag, im Mittel 2029 g. Die Hauptmahlzeit bildet in der Regel das Abendessen. Das Quantum, welches bei letzterer aufgenommen wird, beträgt durchschnittlich 600—900 g; nur bei einem der Studenten steigt dasselbe auf 1200 g. Vergleicht man hiermit Hofmann's[3]) Angaben über die Tagesrationen in einigen

---

1) Geographisch-medicinische Studien nach den Erlebnissen einer Reise um die Erde S. 84.

2) Bei Scherzer scheint eine ähnliche Verwechselung vorzuliegen, wenn er als die von einem chinesischen Arbeiter täglich genossene Reismenge 1497 g angibt (Voit, Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung).

3) Hofmann, Die Bedeutung von Fleischnahrung und Fleischconserven (Leipzig, Vogel 1880) S. 39.

deutschen Anstalten, deren Angehörige vorwiegend mit Pflanzennahrung ernährt werden, so ist der Japaner, selbst wenn man seine kleinen Körpermaasse in Rechnung bringt, diesen gegenüber weit im Rückstande. Die durchschnittliche Tagesration beträgt

bei den Gefangenen zu Waldheim	3159 g
„ „ Detinirten im Georgenhause zu Leipzig	3346 „
„ „ Gefangenen im Auer Zuchthause zu München	3906 „

Beim Mittagessen, der Hauptmahlzeit, werden von denselben bis 1000—1200 g aufgenommen.

Voit, welcher die Wernich'schen Angaben in seine Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung aufgenommen hat, schliesst aus denselben, dass der Japaner durch das grosse Volumen seiner Nahrung gezwungen sei, längere Zeit auf sein Essen zu verwenden. Wie unglaublich schnell aber in Wirklichkeit der Japaner, welcher nicht gewohnt ist zu kauen, seine Mahlzeit verschlingen kann, hat jeder Japan-Reisende an den die Droschkenpferde ersetzenden Kulis, denen auf den Haltestationen wenige Minuten genügen, die Bedürfnisse ihres Magens zu befriedigen, täglich zu beobachten Gelegenheit.

Wernich geht noch weiter: er nimmt an, dass jeder Japaner in Folge der enormen Reismengen, welche er nach seiner Ansicht täglich seinem Magen einverleibt, an habitueller Magendilatation leidet und sieht sogar mit seiner reichen Phantasie bei demselben den unteren Rippenrand der linken Seite durch diese eingebildete Magenerweiterung hervorgewölbt. Nach meiner Erfahrung kommt ausgesprochene Magenerweiterung in Japan nicht häufiger vor als bei uns. Unter einer Anzahl von nahezu 13000 Kranken, welche in meiner Behandlung standen, waren nur 27 Fälle von Magendilatation. Meine Beobachtungen stimmen hierin mit denen meines Collegen Dr. Bälz in Tokio vollkommen überein.

Von grösster Wichtigkeit ist die Frage, in welchen Mengen der Japaner die Hauptnahrungssubstanzen, Eiweiss, Fett und Kohlehydrate, aufnimmt. Ich habe, um der Lösung derselben näher zu treten, bei 3 der oben erwähnten Japaner, welche zugleich als Repräsentanten verschiedener Stände gelten können, die Quantitäten dieser Hauptnahrungssubstanzen unter Benutzung der

vorhandenen Analysen annähernd zu berechnen versucht und theile auf folgenden Tabellen die Resultate mit.

36 ½ jähriger Krankenwärter (IX).

	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm	4. Tag grm	5. Tag grm
Eiweiss	63	90	82	63	74
Fett	4	9	7	4	6
Kohlehydrate	491	480	451	488	486

20 jähriger Student (VII).

	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm	4. Tag grm	5. Tag grm
Eiweiss	76	84	96	87	87
Fett	10	11	17	9	19
Kohlehydrate	341	350	337	353	287

24 ½ jähriger Student (VIII).

	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm	4. Tag grm	5. Tag grm
Eiweiss	115	125	125	97	87
Fett	16	18	29	16	10
Kohlehydrate	541	585	599	577	407

Im Mittel nahmen demnach pro Tag auf

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
36 ½ jähriger Krankenwärter (IX)	74	6	479
20 „ Student (VII)	85	13	334
24 ½ „ „ (VIII)	110	18	542

Wenden wir uns nun zu den Ausscheidungen der Japaner. Was zunächst den Koth betrifft, so entleert der Japaner nicht so beträchtliche Massen, als man bei einer in der Hauptsache vegetabilisch componirten Nahrung erwarten sollte. Ich wog bei 4 meiner Versuchspersonen, deren Stuhl regelmässig war, auch die täglichen Kothmengen und bestimmte deren Wassergehalt, Erstere schwankten zwischen 70 und 210 g, letztere zwischen 69 und 84%; die trockenen Kothmengen betragen 22—39 g pro Tag.

Der Stuhl war immer geformt, bald heller, bald dunkler braun gefärbt und in der Regel von saurer Reaction. Der Grund, warum die Kothmengen der Japaner so mässige sind, liegt in der Ausnützbarkeit des Reises, welche die aller andern vegetabilischen Nahrungsmittel weit übertrifft und fast der der animalischen gleichkommt. Zudem bin ich überzeugt, dass der Darm des Japaners den Reis noch besser verwerthet als der des Europäers. Exacte Versuche, dies zu entscheiden, habe ich leider nicht anstellen können; nachfolgende Daten sprechen aber sehr zu Gunsten meiner Annahme. Rubner's[1]) Versuchsperson, welche 638 ^{g} Reis pro Tag mit Zusatz von etwas Fleischextract, Rindsmark und Kochsalz erhielt, entleerte 27,2 ^{g} trockenen Koth. Die tägliche Kothmenge (trocken) betrug bei dem oben als Nr. III bezeichneten Japaner, welcher durchschnittlich 607 ^{g} Reis pro Tag aufnahm, 27,5 ^{g} und bei Nr. V nach Einfuhr von 840 ^{g} 30,1, obwohl beide ausser dem Reise noch andere Speisen, darunter solche, welche reichlichen Koth bilden, wie Rettige, genossen hatten. Beide Japaner waren, was die Tüchtigkeit ihres Digestionsapparates betrifft, Durchschnittsmenschen, Rubner dagegen bediente sich zu seinen Versuchen eines hinsichtlich seiner Verdauungsorgane besonders bevorzugten Individuums. Meine Ansicht, dass der Reis im Darme des Japaners besser ausgenützt wird, als in dem des Europäers, wird gestützt durch die Thatsache, dass ersterer eine grössere Länge besitzt als letzterer, worauf zuerst von mir aufmerksam gemacht worden ist[2]).

An 26 Leichen vorgenommene Messungen ergaben als mittlere Länge des Darms 953,7 ^{cm}. Das Maximum betrug 1203, das Minimum 667; überhaupt nur dreimal maass der Darm unter 800 ^{cm}. Hoffmann gibt in seinem Lehrbuche der Anatomie des Menschen die Länge des Darms auf 8—9 ^{m} an. Hiernach ist schon die absolute Länge des Darms beim Japaner grösser als beim Europäer. Zieht man nun noch den Unterschied der Körpergrösse, welche bei den 26 Japanern im Mittel 156,9 ^{cm} betrug, in Betracht, so

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 146.

2) Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens Heft 27 S. 294.

ergibt sich, dass der Darm des Japaners den des Europäers um ein Fünftel an Länge übertrifft.

Ueber die Harnausscheidung der Japaner wurde von mir eine grössere Zahl von Untersuchungen angestellt. Es dienten mir zu denselben grösstentheils dieselben Individuen, bei welchen die Wägungen der eingeführten Nahrungsmengen vorgenommen wurden.

Was zunächst die 24stündliche Harnmenge betrifft, so ist zwischen Japanern und Europäern kein Unterschied zu constatiren. Eine grosse Anzahl von Einzelbeobachtungen, die auf nachfolgender Tabelle zusammengestellt sind, ergab als Mittel während der Herbst- und Wintermonate 1410 ccm.

Alter	Zahl der Beobachtungstage	Mittel ccm	Minimum ccm	Maximum ccm	Mittleres specifisches Gewicht
20 jähriger Mann	10	1100	610	1510	1021
40 » »	5	1100	890	1390	1017
21 » »	17	1150	880	1510	1023
25 » »	5	1180	750	1500	1016
36½ » »	5	1190	910	1510	1023
28 » »	10	1230	910	1680	1017
18 » »	23	1310	830	1800	1016
34 » »	5	1380	800	1680	1018
24½ » »	5	1470	1090	2070	1018
42 jährige Frau	5	1640	1110	1950	1013
20 jähriger Mann	3	1650	1200	2200	1017
20 » »	3	1720	1500	2020	1011
19¾ » »	9	2010	1320	2660	1015
55 » »	5	2120	1270	2770	1012
21 » »	3	2440	1900	2810	1012

Das specifische Gewicht beträgt hiernach im Mittel 1017. Im Sommer nimmt selbstverständlich die Harnsecretion ab: im Juli fand ich als Durchschnitt 910 ccm mit einem specifischen Gewichte von 1021.

Zur Harnstoff-Bestimmung bediente ich mich der Liebigschen Titrirmethode, welche für meine Zwecke hinlänglich genaue Resultate liefert und mit der ich mich begnügen musste, da die Elementaranalyse mit Holzkohle bei den Versuchsreihen nicht

durchführbar war und Gas nicht zu Gebote stand. Folgende Tabelle zeigt die Harnstoffausscheidung von 4 Japanern.

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	Mittel	Eiweiss aus Harnstoff berechnet
	grm	grm	grm	grm	grm	grm	grm
Krankenwärter (IX)	21,7	24,7	28,8	26,6	23,7	25,1	76
Student (VII)	25,7	22,7	27,5	29,0	27,7	26,5	80
Student (VIII)	28,8	31,1	37,4	31,1	36,7	33,0	99
Student (VI)	23,8	24,3	25,5	34,4	31,8	28,0	85

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass vom erwachsenen Japaner im Mittel etwa 28 g Harnstoff in 24 Stunden entleert werden. Die absolute Harnstoffausscheidung bleibt also bei demselben hinter der des Europäers zurück. Berechnet man aber die ausgeschiedenen Harnstoffmengen auf 1 Kilo Körpergewicht, so erhält man bei den Japanern höhere Werthe, als von Vogel[1]) für den Europäer angegeben werden. Nach diesem Autor beträgt die Harnstoffausscheidung pro Kilo 0,37—0,60 g. Von unsern Japanern hingegen wurden pro Kilo 0,52, 0,54, 0,61, 0,52, durchschnittlich also 0,55 g entleert. Es entspricht dies ganz den bei Thieren gemachten und beim Menschen bestätigten Beobachtungen, nach welchen kleinere Thiere sowohl als Menschen verhältnissmässig mehr stickstoffhaltige Stoffe verbrauchen als grössere, weil bei ihnen die Kreislaufdauer eine geringere und der Säftestrom ein lebhafterer ist.

Da bei der Titrirung nach der Liebig'schen Methode nicht nur der Harnstoff, sondern noch andere stickstoffhaltige Harnbestandtheile ausgefällt werden, so kann man aus den Harnstoffbestimmungen annähernd die Quantitäten des im Körper zersetzten Eiweisses berechnen, was auf obiger Tabelle geschehen ist. Diese Berechnung diente mir zur Controle der aus der eingeführten Nahrung berechneten Eiweissmengen. Da meine Versuchspersonen ihre alltägliche Kost bekamen und, wie täglich vorgenommene Wägungen ergaben, das Körpergewicht derselben während der Versuchsdauer gleich blieb, durfte ich annehmen, dass sie sich

1) Neubauer und Vogel, Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Harns S. 377.

im Stickstoffgleichgewichte befanden. Ein Vergleich beider Tabellen ergibt, dass die auf beiden Wegen gewonnenen Zahlen nur wenig von einander differiren. Wir werden daher keinen grossen Fehler begehen, wenn wir obige Angaben als richtig gelten lassen und später weiteren Betrachtungen zu Grunde legen.

Von den übrigen Endproducten der Eiweisszersetzung im Körper hat für uns nur noch die Harnsäure Interesse. Nimmt man als mittlere Ausscheidungsgrösse derselben für den Europäer 0,5 g an, so steht diesem der Japaner in derselben kaum nach, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

Alter	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm	4. Tag grm	5. Tag grm	6. Tag grm	Mittel grm
18 jähriger Student (I)	0,54	0,37	0,42	0,37	0,47	0,42	**0,43**
19¾ » »	0,79	0,26	0,39	0,34	0,41	—	**0,44**
21 » » (IV)	0,42	0,49	0,39	0,70	—	—	**0,50**
28 » » (VI)	0,72	—	—	—	—	—	—

Die Schwefelsäure- und Phosphorsäure-Ausscheidung zeigen die beiden folgenden Tabellen.

1. Schwefelsäure.

Alter	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm	4. Tag grm	5. Tag grm	6. Tag grm	Mittel grm
18 jähriger Student (I)	1,4	1,9	1,3	1,5	1,3	1,5	**1,5**
21 » » (IV)	1,7	1,8	1,7	1,6	1,7	—	**1,7**
19¾ » »	2,3	1,9	1,7	2,0	2,4	—	**2,1**

2. Phosphorsäure.

Alter	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm	4. Tag grm	5. Tag grm	6. Tag grm	7. Tag grm	8. Tag grm	9. Tag grm	Mittel grm
18 jähriger Student (I)	1,1	1,2	1,0	1,1	1,3	—	—	—	—	**1,1**
21 » » (IV)	1,5	1,7	1,4	1,6	1,7	—	—	—	—	**1,6**
20 » » (VII)	2,2	1,5	1,7	1,7	1,8	—	—	—	—	**1,8**
19¾ » »	2,2	1,4	1,4	1,8	1,7	1,8	1,5	2,3	1,9	**1,8**
36½ jähr. Krankenwärter (IX)	1,8	1,5	2,0	2,0	1,7	—	—	—	—	**1,8**
24½ jähriger Student (VIII)	1,8	1,9	2,2	1,4	2,0	—	—	—	—	**1,9**
28 » » (VI)	1,6	1,8	1,8	2,6	1,8	—	—	—	—	**1,9**

Die Ausscheidung beider Säuren resp. deren Salzen, welche in innigem Zusammenhange mit der des Harnstoffs steht, ist beim Japaner entsprechend der letzteren herabgesetzt: derselbe entleert von beiden etwa 1,7 g in 24 Stunden.

In der Kochsalz-Ausscheidung dagegen übertrifft der Japaner den Europäer. Ersterer bereitet zwar seine Mahlzeiten in der Regel ohne Zusatz von Salz, statt dessen aber kommt die salzreiche Bohnensauce hierbei in ausgiebigster Weise zur Verwendung, und der ungesalzene Reis wird stets zusammen mit salzigen Speisen, wie eingesalzenen Rettigen etc., genossen. Entsprechend der reichlichen Zufuhr von Kochsalz scheidet der Japaner im Harne beträchtliche Quantitäten desselben aus, im Mittel 16 g pro Tag. Zum Beweise hierfür diene folgende Tabelle.

Alter	1. Tag grm	2. Tag grm	3. Tag grm	4. Tag grm	5. Tag grm	6. Tag grm	7. Tag grm	8. Tag grm	9. Tag grm	Mittel grm
28 jähriger Student (VI)	13,3	10,0	7,8	13,3	11,4	—	—	—	—	11,2
20 » » (VII)	14,5	10,3	9,9	11,6	11,9	—	—	—	—	11,6
24 » » (VIII)	16,0	10,0	16,9	10,8	18,6	—	—	—	—	14,5
18 » » (I)	20,1	17,5	18,7	15,2	13,8	—	—	—	—	17,1
21 » » (IV)	18,7	22,7	16,6	18,0	17,0	—	—	—	—	18,6
36½ jähr. Krankenwärter (IX)	17,3	17,8	19,7	20,9	21,2	—	—	—	—	19,4
19¾ jähriger Student	22,3	10,5	17,9	11,9	16,8	20,7	24,4	26,6	23,1	20,7

Da eingesalzene Speisen auf den Tisch des ärmeren Japaners in grösserer Zahl und Menge zu kommen pflegen, als auf den der besser situirten, so ist auch im Allgemeinen die Kochsalzausscheidung bei ersteren eine grössere.

Die beträchtliche Kochsalzaufnahme ist beim Japaner um so auffallender, als der Reis, der Hauptbestandtheil seiner Nahrung, sich vor allen andern vegetabilischen Nahrungsmitteln durch seinen geringen Gehalt an Kali auszeichnet und von letzterem bei Pflanzenkost grösstentheils das Bedürfniss nach Salzzusatz abhängt[1]). Den Japanern dient das Kochsalz hauptsächlich als Gewürz. Von andern Völkerschaften, welche überwiegend von

1) Bunge, Ztschr. f. Biologie Bd. 10 S. 295.

Reis leben, wird dieser ohne allen Salzzusatz genossen, was bei keinem andern vegetabilischen Nahrungsmittel der Fall ist. So erzählt Junghuhn[1]) von den Batta auf Sumatra, dass sie zu ihrem Reise gar kein Salz nöthig haben und denselben bloss mit spanischem Pfeffer würzen.

Schliesslich seien noch folgende Zahlen, die Ausscheidung des Kalkes und der Magnesia betreffend, mitgetheilt.

Alter	Mittel aus Tagen	Kalk pro Tag grm	Magnesia pro Tag grm
18 jähriger Student (I)	7	0,06	0,21
21 » » (IV)	3	0,20	0,22
19³/₄ » »	5	0,27	0,24

Bei dem 18jährigen Studenten fiel die Untersuchung in eine Periode starken Wachsthums. Die geringe Kalkausscheidung desselben steht meiner Ansicht nach hiermit im Zusammenhang. Sehen wir daher von diesem ab, so erhalten wir als mittlere Ausscheidungsprocesse für Kalk sowohl als Magnesia 0,23g — eine Zahl, welche mit den bei Europäern gefundenen übereinstimmt. Es ist dies um so interessanter, als von Kinch auf die Kalkarmuth der japanischen Nahrung hingewiesen worden ist. Derselbe führt dazu an, dass nach Beobachtungen von Manning Knochenbrüche bei Japanern — übrigens ziemlich seltene Vorkommnisse — sehr langsam und oft unvollkommen heilen, und ist geneigt, die kalkarme Nahrung derselben hierfür verantwortlich zu machen. Soweit meine eigene Erfahrung reicht, kann ich der Behauptung von Manning nicht beistimmen.

Vergleichen wir nun die Aufnahmen des Japaners mit denen des Europäers. Voit gibt als Kostmaass für einen mittleren Arbeiter an:

118g Eiweiss,
56 „ Fett und
500 „ Stärkemehl.

1) Die Battaländer auf Sumatra S. 385.

Ein Blick auf unsere obige Tabelle zeigt, dass, was zunächst die Eiweiss-Zufuhr betrifft, die Japaner in derselben hinter dem Europäer zurückbleiben. Es wird uns dies nicht befremden, sondern im Gegentheil naturgemäss erscheinen, wenn wir bedenken, dass der Eiweissbedarf eines Individuums in erster Linie von seiner Organmasse abhängt und der Japaner dem Europäer an Körpermasse bedeutend nachsteht. Wie eine grosse Zahl von Wägungen erwachsener, gesunder Japaner ergab, beträgt das mittlere Körpergewicht der letzteren $50,5^{kg}$, während das der Europäer von Hoffmann[1]) auf $61,35^{kg}$ angegeben wird. Die Abhängigkeit des Eiweissbedarfes vom Körpergewichte zeigt sich bei unsern Japanern auf das evidenteste:

Der $48\frac{1}{2}^{kg}$ wiegende Japaner nahm 74^{g} Eiweiss auf,
„ 49 „ „ „ „ 85 „ „ „
„ 54 „ „ „ „ 110 „ „ „

woran sich als Schlussglied der Kette der als 61^{kg} schwer angenommene Europäer mit einem Eiweissbedarfe von 118^{g} anreiht.

Entsprechend der geringeren Eiweisszufuhr ist beim Japaner, wie wir oben sahen, auch die Harnstoffausscheidung und die der Schwefel- und Phosphorsäure resp. deren Salze, welche in innigem Zusammenhange mit ersterer steht, herabgesetzt.

Die Fett-Armuth der japanischen Nahrung ist bekannt. Bei der Zubereitung der Speisen kommt gewöhnlich weder Oel noch Fett zur Verwendung[2]). Der Reis enthält nur sehr geringe Quantitäten von Fett, und nur in einzelnen Nahrungsmitteln, wie Fischfleisch, Bohnenkäse etc., ist der Gehalt an letzterem etwas beträchtlicher. Die Fettzufuhr betrug daher bei unsern Japanern nur $6—18^{g}$ pro Tag.

Der Japaner ersetzt den Fettmangel seiner Nahrung durch eine grössere Zufuhr von Kohlehydraten. Nach v. Hösslin[3]) vertreten sich Fett und Kohlehydrate nach Maassgabe ihrer Verbrennungswärmen; legt man die von Danilewsky gefundenen

---

1) Lehrbuch der Anatomie des Menschen Bd. 1 S. 53.

2) Zu den wenigen Speisen, welche die Japaner mit Oel versetzen, nehmen sie Rüböl oder Sesamöl.

3) Virchow's Archiv Bd. 89 S. 333.

Verbrennungswärmen der Berechnung zu Grunde, so sind 220g Stärke äquivalent 100g Fett. Rechnen wir in obigen Beispielen das Fett in Kohlehydrate um, so erhalten wir folgende Zahlen:

	Eiweiss grm	Kohlehydrate grm	Eiweiss: Kohlehydrate
Japanischer Krankenwärter	74	492	1 : 6,6
» Student	85	363	1 : 4,2
» »	110	582	1 : 5,3
Europäischer Arbeiter	118	623	1 : 5,3

Wir sehen nun, dass die absoluten Mengen von stickstofffreien Stoffen, welche von unsern Japanern aufgenommen wurden, hinter den der Europäer zurückbleiben. Da der Bedarf an stickstofflosen Substanzen von der Arbeitsleistung abhängt, so entspricht dies der Arbeit, welche dieselben ihrem Berufe gemäss zu leisten haben. Bei japanischen Kules wird selbstverständlich der Bedarf an Kohlehydraten ein grösserer sein. Jedenfalls sehen wir, dass der Japaner kein nutzloses Uebermaass an stickstoffloser Nahrung zu sich nimmt, wie man nach Wernich's Angaben annehmen musste.

Das Verhältniss zwischen Eiweiss und stickstofffreien Stoffen ist in der Nahrung des europäischen Arbeiters und der des einen der japanischen Studenten das gleiche, die des andern ist sogar noch relativ reicher an Eiweiss. Der schlechter situirte Krankenwärter dagegen führt in seiner kärglicheren Nahrung relativ grössere Quantitäten von Kohlehydraten ein.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass die Nahrung der Japaner keineswegs, wie behauptet worden ist, eine ungenügende ist, sondern vollkommen den Anforderungen, welche man an eine solche stellen muss, entspricht: sie enthält die Hauptnahrungsstoffe Eiweiss, Fett und Kohlehydrate in genügender Menge, es müssen von derselben nicht abnorm grosse Quantitäten, welche den Darmkanal überlasten, eingeführt werden, und sie wird in letzterem sehr gut ausgenützt. Nicht minder fällt die rasche Zubereitungsfähigkeit und der niedere Preis zu Gunsten der japanischen Nahrung aus.

In innigem Zusammenhange mit der Nahrungsfrage steht die von der Körperbeschaffenheit der Japaner. Wernich, welcher den Stab über die japanische Nahrung bricht, sieht das japanische Volk als körperlich heruntergekommen an. Dass dieser Tadel nicht nur viele einzelne Individuen, sondern auch mehr oder weniger ganze Stände mit Recht trifft, ist sicher. Im höhern Adel, unter den Vertretern der Wissenschaft, im Beamtenstande und in der Kaufmannswelt finden wir die schwache Constitution vorzugsweise vertreten. Dies gilt daher auch grossentheils für die Japaner, welche man in Europa zu sehen Gelegenheit hat, aber nicht im mindesten für die ganze Nation. Zwar klein, aber kräftig und musculös treten uns fast durchweg die Bauern, welche allein nahezu die Hälfte der ganzen Bevölkerung ausmachen, die Fischer, die Kulis entgegen; auch unter den gemeinen Soldaten sieht man meist recht stramme Burschen, gegen welche die dem höhern Adel entstammenden Officiere allerdings oft recht unvortheilhaft abstechen.

Fetten Japanern begegnet man im Allgemeinen nicht sehr häufig. Es erklärt sich dies aus ihrer Nahrung. Da letztere sehr fettarm ist, muss fast alles Fett, welches angesetzt werden soll, aus Eiweiss gebildet werden. Um eine beträchtlichere Fettablagerung hervorzurufen, sind daher grosse Quantitäten von Eiweiss erforderlich, welche die japanische Nahrung, in gewöhnlicher Menge genossen, nicht enthält. Eine Berufsart der Japaner macht es sich zur Aufgabe, einen möglichst grossen Fettansatz im Körper zu erzielen. Ich meine die Sumo oder Ringer. Aus Reisebeschreibungen und nach Photographien kennt man auch in Europa diese künstlich gemästeten Fettwänste, unter denen Leute mit dem für einen Japaner enormen Körpergewichte von 100 Kilo keine Seltenheiten sind. Die Nahrung der Ringer unterscheidet sich in ihrer Zusammensetzung nicht von der der übrigen Japaner, sie können ihren Zweck nur dadurch erreichen, dass sie übermässige Quantitäten derselben zu sich nehmen. Ausserdem kommen bei denselben noch zwei weitere den Fettansatz begünstigende Momente in Betracht. Die Ringer pflegen ihre athletischen Uebungen vorzugsweise im Winter zu halten, während sie im

übrigen Theile des Jahres meist feiern und sich körperlichen Anstrengungen nicht zu unterziehen pflegen. Ferner sind sie in der Regel dem Alcoholgenusse ergeben. Was übrigens die Leistungen dieser fettleibigen Wettkämpfer betrifft, so entsprechen dieselben sehr wenig unseren Begriffen von athletischen Künsten. Ihre Kniffe und Kunstgriffe, durch welche sie dem Angriffe der Gegner zu begegnen suchen, der, wenn richtig parirt, meist aufgegeben wird, machen oft einen recht albernen Eindruck; zu einem ordentlichen Ringkampfe sieht man es nur selten kommen. Der Fremde begreift gewöhnlich den Enthusiasmus nicht, mit welchem das japanische Publikum solchen Vorstellungen folgt.

In jeder Reisebeschreibung von Japan kann man von den oft fast ans Unglaubliche grenzenden Leistungen der japanischen Kulis im andauernden Schnelllaufen lesen. Ich will hier nur ein Beispiel einer solchen anführen, welches ich selbst erlebt habe, obwohl dies bei weitem noch nicht zu den glänzendsten gehört. 2 Kulis legten an einem heissem Augusttage in $8^3/_4$ Stunden, von Morgens $5^1/_4$ Uhr bis Nachmittags 2 Uhr, einen Weg von 18 Ri, d. s. $70{,}686^{km}$ zurück. Dabei zog jeder zusammen mit einem andern, unterwegs mehrmals gewechselten Gefährten einen jener zweirädrigen Fahrstühle, J i n r i k i s h a genannt, welche in Japan die Stelle der Droschken ersetzen. In einem derselben sass ich, im andern mein japanischer Diener. Unterwegs wurde dreimal kurze Rast gehalten, wobei in wenigen Minuten die Kulis ihr Nahrungsbedürfniss befriedigten, um dann sofort ihren Lauf fortzusetzen. An mir selbst habe ich wie andere die Erfahrung gemacht, dass man unmittelbar nach einer vorzugsweise aus Reis bestehenden Mahlzeit ohne Beschwerden einen grösseren Marsch antreten kann, während dies nach einer reichlich Fleisch und Fett enthaltenden weit schwerer ist.

Die überwiegend aus Reis bestehende Nahrung der Japaner ist es meiner Ansicht nach, welche dieselben zu diesen Leistungen im andauernden Schnelllaufen befähigt. Die Schnelligkeit, mit welcher der Reis verdaut wird, die Leichtigkeit, mit welcher die Stärke desselben verbrennt, spielen hierbei sicher eine Rolle, dazu kommen aber noch weitere Momente, die sich vorläufig unserer

Kenntniss entziehen. Eine Gewöhnung von Jugend auf kommt weniger in Betracht: der Jinrikisha ist eine Erfindung neueren Datums, und viele, welche jetzt denselben ziehen, sind nach der Aufhebung des alten Feudalsystems an den Bettelstab gekommene Samurai (Adlige), welche nicht von Kindheit an an körperliche Anstrengungen der Art gewöhnt sind. Es liegt auf der Hand, dass eine Nahrung, mit welcher solche Leistungen möglich sind, wie man sie die japanischen Kulis nicht etwa nur bei besonderen Gelegenheiten, sondern Tag für Tag ohne Nachtheil für ihren Organismus ausführen sieht, keine ungenügende sein kann. Ein Mangel derselben ist es auch nicht, welcher die ungünstige Körperbeschaffenheit der oben angeführten Klassen bedingt. Wir haben vielmehr die Hauptursache derselben in der sitzenden Lebensweise der letzteren zu suchen: das fortwährende Stubenhocken, der Mangel an guter Luft und körperlicher Bewegung oft im Vereine mit den Folgen eines ausschweifenden Lebens schwächen die Constitution, welche sich weiter vom Vater auf den Sohn vererbt.

Beleuchtung des kgl. Residenztheaters in München mit Gas und mit elektrischem Licht.

Von

Max von Pettenkofer.

(Aus dem hygienischen Institute München.)

Bei den auf Wunsch der Edison-Gesellschaft und des Herrn Professors Dr. Ernst Voit im kgl. Residenztheater dahier vom hygienischen Institute vorgenommenen vergleichenden Untersuchungen zwischen Gasbeleuchtung und elektrischer Beleuchtung wurde die Temperatur und der Kohlensäuregehalt der Luft als Maassstab genommen und gleichzeitig im Parket, im I. und im III. Range (Gallerie) ermittelt und wurden diese Bestimmungen sowohl bei leerem Hause, als auch während Theatervorstellungen vorgenommen.

Vorerst kann nur auf die Resultate der Temperaturbeobachtung bei beiden Beleuchtungsarten Gewicht gelegt werden. Die Kohlensäurebeobachtungen haben namentlich bei besetztem Hause ein Resultat ergeben, dessen Constatirung noch eine grössere Anzahl von Versuchen und an mehreren Punkten des Theaters erheischt.

Bei leerem Hause waren nie mehr als 10 bis 15 Personen auf der Bühne und im Zuschauerraum zugegen, der Vorhang blieb offen und wurde gleichzeitig sowohl die Bühne als auch der Zuschauerraum über 1 Stunde lang in voller Beleuchtung erhalten. Die Temperatur wurde an den genannten drei Stellen von 5 zu 5 Minuten beobachtet.

Bei besetztem Hause waren nach Ausweis der Theaterkasse jedesmal zwischen 500 und 600 Personen im Zuschauerraum anwesend und wurden die Thermometer von 10 zu 10 Minuten beobachtet.

Die Temperatur stieg sowohl bei leerem als auch bei besetztem Hause vom Minimum am Anfang mit ganz unbedeutenden einzelnen Gegenschwankungen bis zum Maximum am Ende, und finden sich die Zahlen und die Differenzen zwischen Maximum und Minimum in umstehender Tabelle angegeben.

Es geht daraus zur Evidenz hervor, wie verhältnissmässig wenig die Luft durch die elektrische gegenüber der Gasbeleuchtung erhitzt wird. Selbstverständlich ist der Unterschied bei leerem Hause am grössten; bei besetztem Hause kommen neben der von den Zuschauern und Mitspielenden entwickelten Wärme noch mancherlei Störungen in Betracht. Der Zuschauerraum ist vor Beginn der Vorstellung voll beleuchtet, die Bühne nicht; während des Actes wird die Beleuchtung des Zuschauerraums sehr reducirt und die auf der Bühne nach Bedürfniss gesteigert; im Zwischenacte ändert sich das Verhältniss wieder ins Gegentheil um, und lassen sich diese Umänderungen quantitativ nicht gut verfolgen.

Zum genaueren Vergleich eignen sich daher streng genommen nur die Resultate bei leerem Hause, wo während der Versuchsdauer an der Stärke der Beleuchtung der Bühne und des Zuschauerraums nichts geändert wurde und der Vorhang immer aufgezogen blieb.

Aus diesen Versuchen sieht man, dass bei leerem Hause die Differenz in der Temperaturerhöhung im obersten Range bei Gasbeleuchtung 10 mal (9,2 : 0,9) grösser ist als bei elektrischer Beleuchtung. In den unteren Räumen des Hauses werden die Differenzen selbstverständlich kleiner.

Auch bei besetztem Hause beträgt die Differenz noch 6° C., indem auf der Gallerie bei Gasbeleuchtung 29° C. (= 23,2° R.) und bei elektrischer Beleuchtung 23° C. (= 18,4° R.) beobachtet wurde. Bei elektrischer Beleuchtung war die Temperatur im III. Range (23° C.) nicht einmal so hoch wie bei Gasbeleuchtung schon im I. Range.

Es darf noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass bei den Versuchen mit Gasbeleuchtung die Temperatur im Freien niedriger war, als bei den Versuchen mit elektrischer Beleuchtung, so dass also letztere jedenfalls nicht im Vortheile war.

Tabelle

über Temperatur und Kohlensäuregehalt der Luft im kgl. Residenztheater bei Gasbeleuchtung und elektrischer Beleuchtung.

	Gasbeleuchtung						Elektrische Beleuchtung					
	Temperaturzunahme in °C.											
	Leeres Haus Aeussere Temperatur 11,8° 2. Mai 1883			Volles Haus Aeussere Temperatur 11,5° 6. Mai 1883			Leeres Haus Aeussere Temperatur 17,6° 29. Mai 1883			Volles Haus Aeussere Temperatur 15° 10. Juni 1883		
	Parket	I. Rang	III. Rang	Parket	I. Rang	III. Rang	Parket	I. Rang	III. Rang	Parket	I. Rang	III. Rang
Maximum	15,2	16,2	16,2	16	16,8	21,6	16,6	17,2	17,6	17,6	18,0	18,8
Minimum	16,5	19,4	25,4	22,2	23,4	29,0	16,9	18,0	18,5	19,6	21,2	23,0
Differenz	1,3	3,2	9,2	6,2	6,6	7,4	0,3	0,8	0,9	2,0	3,2	4,2
	Kohlensäuregehalt in Volum pro mille											
Im Beginn	0,39	0,53	0,36	—	—	—	0,41	0,44	—	—	—	—
Am Ende	0,63	1,01	2,02	—	—	—	0,50	0,47	0,66	—	—	—
Differenz	0,24	0,48	1,66	—	—	—	0,09	0,03	—	—	—	—

Die Kohlensäure der Luft anlangend kann man nur angeben, dass bei leerem Hause die wesentlich nur von den Gasflammen stammende Kohlensäurevermehrung sich gleichfalls in einem ähnlich steigenden Grade bemerkbar machte, wie die Temperatur. Zu Anfang des Versuchs war der Kohlensäuregehalt der Luft im Zuschauerraum in runder Zahl . . . . 0,4 pro mille

Bei Gasbeleuchtung nach einer halben Stunde:

im Parket 0,5 » »
» I. Range 1,1 » »
» III. » 1,4 » »

nach einer weiteren halben Stunde:

im Parket 0,6 » »
» I. Range 1,0 » »
» III. » 2,0 » »

Bei elektrischer Beleuchtung:

Anfangs . . . . 0,4 » »
nach einer Stunde im Parket 0,5 » »
» I. Range 0,5 » »
» III. » 0,6 » »

Da die elektrische Beleuchtung nach Edison gar keine Kohlensäure liefert, so muss diese geringe Kohlensäurevermehrung bei elektrischer Beleuchtung der Gegenwart von einigen Arbeitern auf der Bühne und von den die Beobachtungen Ausführenden zugeschrieben werden.

Bei besetztem Hause hätte man eine ebenso merkliche Differenz im Kohlensäuregehalte der Luft zwischen Gas- und elektrischer Beleuchtung erwarten mögen, wie bei leerem Hause, die sich aber nicht ergeben hat.

Bei besetztem Hause betrug das beobachtete Kohlensäure-Maximum bei Gasbeleuchtung 2,3 pro mille
» elektrischer Beleuchtung 1,8 » »

Die Ursachen dieses scheinbaren Widerspruches sind jedenfalls mehrere. Die Kohlensäure stammte aus zwei Quellen, die nicht immer gleichmässig flossen: einmal von den Gasflammen, dann von den Menschen im Zuschauerraum und auf der Bühne. Act

und Zwischenact bringen sowohl auf der Bühne als auch im Zuschauerraum uncontrolirbare Wechsel hervor. Ferner ändert sich der Luftwechsel im Zuschauerraum, je nachdem sich Logenthüren öfter oder seltener, mehr oder weniger weit öffnen und schliessen. Ferner bewirkt die Temperaturdifferenz zwischen Theater und freier Luft, z. B. die grössere Hitze bei Gasbeleuchtung naturgemäss eine verstärkte Ventilation, wozu namentlich auch der Gas-Kronlüster im Zuschauerraum beiträgt. Bei elektrischer Beleuchtung ist entsprechend der geringeren Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen auch ein geringerer Luftwechsel bedingt, weshalb die von den Menschen erzeugte Kohlensäure nicht in dem Maasse wie bei der Gasbeleuchtung entweicht. Die bei Gasbeleuchtung verstärkte Ventilation wird auch die Ursache sein, weshalb bei besetztem Hause der Unterschied der Temperaturen zwischen Gas und elektrischer Beleuchtung nicht so gross gefunden wurde wie bei leerem Hause.

Aus den vorliegenden Untersuchungen lassen sich mit Bestimmtheit zwei Schlüsse ziehen: 1. dass die elektrische Beleuchtung im hohen Grade die Ueberhitzung der Luft im Theater verhindert; 2. dass sie allerdings an und für sich nicht im Stande ist, die Ventilation des Theaters entbehrlich zu machen, dass sie aber eine geringere Ventilation desselben erfordert, als die Gasbeleuchtung, bei welcher die Ventilation nicht nur gegen die Luftverderbniss durch Menschen, sondern auch gegen die Hitze und die Verbrennungsproducte der Flammen gerichtet werden muss, während sie es bei elektrischer Beleuchtung nur mit dem Athem und der Hautausdünstung der Menschen und deren Folgen zu thun hat.

Das Brunnenwasser von Lissabon.

Von

Dr. Rudolf Emmerich,

Privatdocent und Assistent am hygienischen Institut in München.

Lissabon hat gegenwärtig mehrere Wasserbezugsquellen. Früher waren nur Cysternen, Brunnen und einige Quellen im Bereich der Stadt vorhanden.

König Johann V. baute den grossartigen Aquäduct von Alcantara (Aqueducto das aquas livres), welcher von mehreren Orten in der Nähe Lissabons gutes Wasser in die Stadt führt.

Er beginnt bei Bellas, überbrückt in einer Länge von 15 ^{km} durch 127 kühn gebaute, haushohe Bögen das Thal von Alcantara und endet in der Nähe eines öffentlichen Platzes (Praça das Amoreiras) in ein grosses Reservoir, von welchem aus das Wasser in fast alle Theile der Stadt geleitet wird.

Das Wasser dieses merkwürdigen Bauwerkes war jedoch zur Versorgung der wachsenden Stadt neuerdings nicht mehr ausreichend. Besonders im Sommer machte sich ein empfindlicher Wassermangel geltend.

Im letzten Decennium wurde daher die Wasserversorgungsfrage lebhaft discutirt.

Schliesslich leitete eine portugiesische Gesellschaft das Wasser des 114 ^{km} von Lissabon entfernten Flüsschens Alviella in die Stadt.

Diese im Jahre 1880 vollendete Wasserleitung kostete zwar, in Folge der Länge des Zuleitungskanals und vieler Terrainschwierigkeiten, welche zu überwinden waren, viel Geld, aber das Wasser ist gut und wenigstens momentan ausreichend, da angeblich pro Kopf und Tag 170 Liter treffen.

Die Portugiesen trinken auffallend viel Wasser. Hunderte von Wasserträgern sind den ganzen Tag beschäftigt, das Wasser in die nicht mit Leitungen versehenen Häuser zu tragen, in allen Strassen, auf allen Plätzen wird Wasser aus irdenen Krügen an die Vorübergehenden verkauft.

Eine grosse Calamität ist, zumal im Sommer, die hohe Temperatur des Lissaboner Trinkwassers, besonders auch des Leitungswassers. Man verwendet daher zur Aufbewahrung des Wassers die obengenannten Thonkrüge (Biljas), welche Wasser durchsickern

und auf ihrer grossen kugelförmigen Oberfläche verdunsten lassen, wodurch ihr Inhalt gekühlt wird.

Man füllt am Abend grosse, 5 bis 20 Liter haltige, Biljas und setzt sie während der Nacht auf dem Dache des Hauses der Ausstrahlung und der Seebrise aus. Durch die starke Luftbewegung wird eine raschere Verdunstung des beständig auf die Oberfläche der Krüge durchsickernden Wassers und in der That eine genügende Abkühlung erzielt. Der Preis der Krüge hängt mehr von ihrer Function als von der Grösse ab.

Während viele sich den Luxus gestatten und nur das vermeintlich gesündere Wasser von Cintra geniessen, kann man in jeder Strasse sehen, wie sich die weniger anspruchsvollen Galegos (spanische Lastträger) auf den Strassenboden niederlegen und von der in den Strassenrinnen fliessenden, mitunter nicht sehr appetitlichen Flüssigkeit trinken, welche in die Kanäle fliesst. Das Wasser der gegrabenen Brunnen wird gegenwärtig nur vereinzelt zum Trinken, wohl aber zum Kochen und Waschen, sowie überhaupt als Nutzwasser verwendet. Wenn es auch in den höheren Stadttheilen gegrabene Brunnen gibt, so liegt doch die grösste Zahl derselben in der unteren am Flusse gelegenen neuen Stadt, also in jenem, Rocio genannten, Bezirk, welcher durch das Erdbeben im Jahre 1755 fast vollständig zerstört wurde. Dieser Stadttheil ist so dicht bebaut, dass sich nicht nur die neben einander liegenden Häuser, sondern meist auch die Gebäude zweier parallel laufender Strassen mit ihren Seiten- und Rückwänden berühren.

Wenn ein Hof überhaupt vorhanden ist, so ist er meistens nur wenige Quadratmeter gross.

Der Brunnen befindet sich im engen Corridor neben dem Hauseingang, oder auch im Zimmer, bisweilen auch zur Hälfte in jenem und halb in diesem, oder endlich, wenn auch nur selten, im engen Hof, dessen Fläche er mit der dicht daneben befindlichen Abtrittsgrube occupirt.

Man frägt sich anfangs, erstaunt über diese ungewohnten Zustände, wo unter solchen Umständen die Abfälle des Hauses hinkommen und man erkennt sofort, dass, wenn hier nicht Einrichtungen eigener Art getroffen sind, der Boden in bedenklichem Grad verunreinigt werden muss.

Dies war bis vor nicht langer Zeit auch der Fall und würde vielleicht auch noch jetzt so sein, wenn nicht einsichtsvolle Männer, wie der wohlbekannte Hygieniker Prof. Dr. da Silva Amado, der Chirurg Dr. Alves Branco u. A. ihre Mitbürger ermahnt und veranlasst hätten, das was die Alten gesündigt und ihre Nachkommen versäumt hatten, wieder gut zu machen und nachzuholen.

Besitzt das Haus einen Hof, so ist derselbe allerdings meist in einem beispiellos schmutzigen Zustande, ein stinkender Morast, vollgepfropft mit Abfällen aller Art. Um derartige Missstände zu

beseitigen und zu verhüten, hat der Magistrat (Camera municipal) neben zahlreichen anderen hygienischen Verbesserungen eine geregelte Abfuhr der Hausabfälle in der Weise eingeführt, dass täglich zwischen 5 und 7 Uhr Morgens städtische Abfuhrwägen durch die Strassen geführt werden, welche die zahlreichen auf der Strasse liegenden Thierleichen (Hunde, Katzen, Vögel etc.) etc. und die festen Hausabfälle aus dem Bereich der Stadt schaffen. Die letzteren müssen zur bestimmten Zeit in geeigneten Behältern vor dem Hause oder in dessen Eingang bereit liegen.

Für die Fortschaffung der festen Abfälle sind also wohl Vorschriften und Mittel und Wege geschaffen, aber die Bequemlichkeit und der beispiellose Indifferentismus der mittleren und niederen Volksklasse Reinlichkeitseinrichtungen gegenüber und der Mangel einer Einsicht in die Bedeutung der Assanirungsbestrebungen bringt es mit sich, dass nur der kleinste Theil der Abfälle den vorgeschriebenen Weg nimmt. Der weitaus grösste Theil und alle flüssigen Abfälle werden in die Kanäle geworfen. Lissabon ist nämlich von einem systemlosen Netz von Abwasser-Kanälen durchzogen, welche sowohl in Bezug auf Anlage, Verlauf, Dimension, Form und Mauerwerk in sehr primitiver und mangelhafter Weise hergestellt sind.

Dieselben nehmen alle flüssigen, den weitaus grössten Theil der festen Abfälle und die Excremente auf. Sie haben theils viereckige, theils ovale, mitunter ganz unregelmässige Form; nur vom Regen gespült, sind sie in der regenlosen Sommerzeit von schwarzen, gärenden und stinkenden Fäulnissmassen erfüllt, welche hier in Folge mangelnden Gefälles stagnirend, dort durch die Masse der Sedimentirung gestaut, grosse Mengen von Fäulnissgasen entwickeln, welche, durch Windrichtung und Temperaturdifferenzen begünstigt, ins Haus eindringen und die Luft verpesten.

Seit Einführung der neuen Wasserleitung ist zwar Vieles in Folge häufigerer Spülung in dieser Richtung besser geworden, aber radical kann das Uebel nur durch Einführung der projectirten systematischen Kanalisation beseitigt werden, deren Sammelkanal die Gesammtmasse aller Abfälle sammt den Excrementen auf einem Weg von 15 km direct ins Meer führen soll.

Gegenwärtig entleeren 35 freimündende oder vom Wasser bedeckte Mündungen die gärenden Massen in den Fluss, in welchem sie zur Zeit der Fluth zwar spurlos verschwinden, im Ebbestadium aber die Ufer bedeckend weithin die Luft der Stadt verpesten.

Unter solchen Verhältnissen, besonders aber, wenn man die in stinkenden Morast verwandelte Bodenumgebung aufgedeckter Kanäle gesehen hat, ist es nicht auffallend, dass auch das Wasser der in der nächsten Nähe der Kanäle befindlichen Brunnen extrem stark verunreinigt ist.

Die folgenden Zahlen geben ein Bild dieser Zustände.

Die Analysen der einzelnen Brunnenwasser wurden im hygienischen Laboratorium der Stadt, zu dessen Einrichtung ich auf mehrere Monate nach Lissabon berufen war, ausgeführt.

Die Brunnen haben einen mit Holzdecken versehenen ausgemauerten Schacht ohne Pumpstock. Das Wasser wird durch Holzgefässe, welche an Stricken oder Ketten befestigt sind, nach oben befördert.

1 Liter Lissaboner Brunnenwasser enthält Milligramme:
(26. September 1882 analysirt.)

Strasse	Abdampf-Rückstand	Kochsalz	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Sauerstoff zur Oxydation der org. Stoffe
Rua dos Correeiros No. 113	5242	2190	1020	0,00	0,3	4,686
» » » » 138	7774	3105	1600	4,75	0,4	8,844
» » » » 173	6898	3225	1100	17,86	0,5	14,652
» » » » 184	5720	2655	1020	2,09	0,1	3,564
Rua dos Douradores No. 22	2483	855	400	1,78	0,0	2,904
» » » » 84	2058	765	790	2,66	0,0	3,564
» » » » 178	4280	1260		4,37	0,0	8,518
Rua dos Canos No. 31a—33	4103	1599	880	3,42	0,0	2,706
» » » » 9a—11	4263	1800	800	1,90	0,0	5,346
» » » » 56	3828	1458	640	1,90	0,0	5,016
» » » » 62a—64	3742	1464	640	2,47	0,0	3,894
Traversa de S. Justa No. 8	3480	1116	820	6,37	0,0	5,346
» » » » 38	3654	1458	720	34,96	8,0	24,354
Rua do Principe No. 3	5482	2280	500	3,99	0,0	7,610
Rua do Arco do Bandeira No. 220	3569	1488	880	2,66	0,1	4,556
Rua dos Canos No. 32	4205	1725	600	2,85	0,1	3,015
Rua da prata » 80	3340	1206	660	2,66	0,95	3,350
Rua nova de S. Domingos No. 46	3645	1548	690	3,23	0,0	9,246
» » » » No. 18a—20	4068	1656	660	4,75	9,5	6,047
Poço do Borratem No. 6a, 7		318	40	1,90	0,0	2,010
Beco do Forno No. 2	2184	798	216	2,85	0,05	2,010
Largo da rua dos Canos No. 13	1640	636	328	3,04	0,35	2,479
Rua de S. Antaõ No. 2	4416	1086	848	0,00	0,0	8,107
» » » » 36	4299	1266	748	0,00	0,0	2,345
» » » » 75	2897	906	392	0,00	0,05	2,300
» » » » 69	2843	930	272	11,21	0,55	10,553
Rua da prata No. 267	3219	1485	488	0,00	0,0	2,480
» » » » 287	5091	2700	560	2,80	0,15	4,087
» » » » 224	5871	2850	928	0,00	0,15	2,520
Rua da Magdalena No. 185	3819	1656	592	0,00	0,0	2,100
» » » » 277	4026	1800	644	3,99	0,55	0,325
Arco do Marquez de Alegrete No. 30	2930	1284	156	83,60	55,5	13,266
Rua da praça da Figueira No. 35	4704	1620	748	1,78	0,0	3,953
Rua dos Alamos No. 30	4594	2808	900	1,78	0,0	3,618
» » » » 10	4036	1644	600	0,0	0,0	2,948
» » » » 12	4207	1674	700	0,0	0,1	3,618
Calçada Agostinho de Corvo No. 35	5058	2863	580	0,0	0,15	4,489
Rua do Amparo No. 18	4113	1803	680	0,0	0,0	2,814
Traversa de S. Domingos No. 56	2748	963	580	1,78	0,0	3,600
Rua da Bitesga No. 41	5082	2689	840	2,19	0,05	3,900
» » » » 43	6201	2802	900	2,09	0,25	2,810

Diese Zahlen sind merkwürdig hoch.

Von 42 deutschen und ausländischen Städten, aus welchen mir Brunnenwasseranalysen vorliegen, erreicht mit Ausnahme von Gibraltar keine einzige einen Rückstandgehalt von 6 g oder einen Kochsalzgehalt von 2 g und Salpetersäuremengen von 1,5 g.

Das Brunnenwasser von Gibraltar ist in Bezug auf den enorm hohen Grad der Verunreinigung das einzige entsprechende Pendant zu dem von Lissabon, weshalb ich zum Vergleich eine von Abel[1]) im Jahre 1862 ausgeführte Analyse dieses Wassers hier mittheile. Gibraltar besitzt Cysternenwasser, das Wasser der Brunnen im unteren Theil der Stadt, ferner das Aquäductwasser, d. h. Meteorwasser, welches von den Felsen abläuft und sich im Sand der Almeda sammelt, durch den es filtrirt und von wo es durch einen unterirdischen, von Spaniern erbauten Aquäduct in die Stadt geleitet wird.

1 Liter des Wassers dieser verschiedenen Bezugsquellen von Gibraltar enthält Milligramme:

Bestandtheile	Aquäduct-wasser	Cysternen-wasser	Brunnenwasser aus der unteren Stadt
Schwefelsaurer Kalk	808	97	970
Salpetersaurer Kalk	1035	52	3209
Kohlensaurer Kalk	1099	60	—
Kohlensaure Magnesia	990	2329	711
Salpetersaure Magnesia	—	—	464
Chlornatrium und Chlorkalium .	1850	232	5188
Organische Stoffe	640	323	498
Summe der gelösten Stoffe	6422	3093	11040

Der aussergewöhnlich hohe Gehalt der Lissaboner Brunnen und derjenigen von Gibraltar an Abdampfrückstand und Kochsalz weist mit Bestimmtheit auf eine Beeinflussung durch das Meer hin, sei es, dass zur Zeit der Springfluth, oder bei der um die Zeit der Tag- und Nachtgleichen eintretenden stärksten Springfluth eine thatsächliche Vermischung von Meer- und Grundwasser eintritt, sei es, dass die häufigen Stürme viel Kochsalz mit dem zerstäubten Seewasser aufs Land führen, welch' ersteres alsdann durch das versickernde Meteorwasser in die Brunnen gelangt.

Letztere Annahme ist die wahrscheinlichere, da einige sehr hochgelegene Brunnen, wie z. B. der in der rua da Magdalena, No. 185, welche unmöglich vom Seewasser direct influirt werden können, doch einen sehr hohen Kochsalzgehalt aufweisen.

---

1) Report of the barrack and hospital improvement Commission etc. London 1863 p. 31 u. 274.

Von sämmtlichen untersuchten Wasserproben ist die aus dem Brunnen rua dos Correeiros No. 138 hinsichtlich ihrer chemischen Beschaffenheit am schlechtesten. Dieser Brunnen liegt in einer vom Proletariat stark besuchten Kneipstube, welche zugleich Küche und Waschküche ist und in welcher sich noch ausserdem eine Krämerei befindet. Das Wasser dieses Brunnens, welches die auf den schlecht gedielten Zimmerboden ausgegossenen Flüssigkeiten, Waschwasser etc. aufnehmen muss, wird trotz seiner hochgradigen Verunreinigung zum Waschen der Trinkgläser und Geschirre verwendet.

Von den untersuchten Brunnenwässern werden überhaupt nur einzelne der besseren, z. B. das aus dem Hause Poço do Boratem No. 6a, 7, zum Trinken benützt, und zwar, wie es scheint, ebenso wie das Aquäduct- und Tankwasser von Gibraltar ohne directen Schaden für die Gesundheit.

Diese Thatsache wird in Bezug auf das vom Civil und Militär stark benutzte Aquäductwasser in dem citirten englischen Bericht wenigstens für die epidemiefreie Zeit zugegeben.

Das Wasser der meisten Brunnen in Lissabon ist zum Trinken untauglich und dieser Umstand, dass das Brunnenwasser nicht getrunken wird, beweist, dass es an der Entstehung von Infectionskrankheiten in dem unteren Stadttheil, im Sinne der Trinkwassertheorie, unschuldig ist.

Es liegt jedoch die Vermuthung nahe, dass die hochgradige Bodenverunreinigung, welche durch die Beschaffenheit des Brunnenwassers einigermaassen charakterisirt wird, mit dem häufigeren Vorkommen von ectogenen Infectionskrankheiten in diesem tiefgelegenen Stadttheil in causaler Beziehung stehe.

Eine Bemerkung zu Dr. May's Aufsatz: „Ueber die Infectiosität der Milch perlsüchtiger Kühe".

Von

Dr. Aufrecht
in Magdeburg.

In meiner Arbeit »Ueber Perlsucht und Miliartuberculose« (Path. Mittheilungen I. Heft S. 51 Magdeburg 1881) ist folgender Passus enthalten: »Ein weiteres für die Praxis sehr wichtiges Ergebniss liefern die Fütterungen mit specifischen (d. h. tuberculösen resp. perlsüchtigen) Massen. Dass durch Fütterung Miliartuberculose erzeugt werden kann, erweisen die Versuche von Orth ebenso wie die meinigen. Doch hatte ich, noch viel mehr wie dieses Resultat, die Folgerung für ein anderes Ernährungsmaterial im Auge. Wenn der Perlsucht, wie es ja thatsächlich erwiesen ist, ein specifisches Agens anhaftet, so besteht möglicherweise die Ansicht zu Recht, dass auch durch die Milch perlsüchtiger Kühe beim Menschen eine Miliartuberculose erzeugt werden kann. Experimentell ist mir eine Bestätigung derselben (Versuch 38) geglückt und wenn dies auch nur in einem Falle geschehen ist, so genügt derselbe im Verein mit der Thatsache, dass Fütterung mit perlsüchtigen Massen einen positiven Erfolg hat, um diesen Punkt bei der Ernährung der Kinder ins Auge zu fassen, zumal da bei denselben Miliartuberculose verhältnissmässig häufig ist, hier unter dem klinischen Bilde einer acuten Infectionskrankheit auftreten kann und anatomisch, soweit meine Erfahrung reicht, in der Art und Weise der Verbreitung über die einzelnen Organe, der bei Thieren durch Fütterung erzeugten auffallend ähnlich angeordnet ist. Selbstverständlich kann dies nur für einzelne Fälle von Miliartuberculose bei Kindern gelten; denn es liegt mir fern, diesen Weg durch den Darm für den einzigen zu halten, auf welchem die die Miliartuberculose erzeugenden Mikroorganismen

eindringen und so bei vorhandener meist ererbter Disposition zur Wirkung gelangen können.«

»Ich musste mir aber sagen, dass es nur zwei Wege gibt, um der Möglichkeit einer Schädigung durch perlsüchtige Milch zu entgehen. Der eine, die Milch perlsüchtiger Kühe für die Kinderernährung gar nicht zu verwerthen, kann aber nicht eingeschlagen werden, weil es aus verschiedenen Gründen unausführbar sein dürfte, die perlsüchtigen Kühe herauszufinden. Es blieb somit der andere zu prüfen, ob nicht durch Kochen die specifischen Träger zerstört werden können. Der Erfolg war ein überaus günstiger: Von fünfzehn Kaninchen (Versuch 47—62), welche gekochte Perlsucht-Massen subcutan injicirt erhalten hatten, erkrankte kein einziges, insbesondere jene 6 (Versuch 57—62) nicht, welche diese Flüssigkeit nach nur 3 Minuten langem Kochen erhalten hatten. Das Ergebniss ist ein um so sichereres, weil der Modus der subcutanen Injection die günstigsten Aussichten für eine Erkrankung bietet.«

»Halten wir also die Injection von Kindern durch die Ernährung mit perlsüchtiger Milch für möglich und ich für meinen Theil bin geneigt, das anzunehmen, dann liegt ein überaus sicheres Mittel zur Verhütung derselben in dem Verbot der Verabreichung roher Milch, resp. in der Forderung, nur mit Milch zu ernähren, welche mehrere Minuten gekocht worden ist«.

Dieses Ergebniss meiner Versuche, welche an dem angegebenen Orte ausführlich mitgetheilt sind, berücksichtigte May im 1. Hefte dieses Archivs (S. 135) mit den Worten: »Auch Aufrecht gibt an, tuberculöse Flüssigkeiten, länger gekocht, besassen keine Virulenz mehr.

Er hat aber, wie es scheint, keinen einzigen Versuch gemacht, ob nicht schon einfaches Kochen, wie es eben im Haushalte beim Kochen der Milch geschieht, das Gleiche bewirkt. Ich habe dies durch meine Versuche ausnahmslos bestätigt gefunden«.

Also wenn ich die zu den Versuchen benutzte Flüssigkeit 3 Minuten lang koche, so heisst das nach May's Ansicht, ich hätte dieselbe länger gekocht; er aber hat durch einfaches Kochen, wie es im Haushalt geschieht, seine Resultate erzielt.

Daraufhin muss ich Herrn May verrathen, dass ich mich, bevor ich meine Versuche vornahm, nicht auf einfaches Kochen verlassen, sondern zwei im Haushalt erfahrene Damen gefragt habe, wie lange man denn Milch gewöhnlich kochen lasse; worauf mir erwidert wurde, man könne die Milch einige Minuten kochen lassen und thue das auch gewöhnlich. Dem entsprechend habe ich meine Versuche eingerichtet, weil ich das practische Resultat derselben von Anfang an ins Auge gefasst hatte und meinte, zu dem Schlusse berechtigt gewesen zu sein, dass Milch, welche bis

zu 3 Minuten, also ganz wie es im Haushalt geschieht, gekocht wird, wirksame Infectionsträger der Perlsucht nicht mehr enthält.

Demnach glaube ich behaupten zu dürfen, dass der Wunsch May's: »Mögen meine Versuche auch von anderer Seite Nachahmung finden, um die erhaltenen Resultate zu allgemeiner Geltung zu bringen« schon in Erfüllung gegangen ist, da seine Versuche nur die Resultate der meinigen bestätigen.

Erwiderung auf vorstehende Bemerkung.

Von

Dr. Ferdinand May

in München.

Auf den Einwand des Herrn Dr. Aufrecht in Magdeburg erlaube ich mir zu erwidern, dass ich bei meiner Arbeit »Ueber die Infectiosität der Milch perlsüchtiger Kühe« (Arch. f. Hygiene Bd. I) gerade das practische Resultat ins Auge gefasst hatte und dass ich eben deshalb die infectiösen Flüssigkeiten nur bis zum Aufwallen erhitzt habe. Auch ich habe mich vorher bei im Haushalte erfahrenen Damen erkundigt, wie lange die Milch nach gewöhnlichem Hausgebrauche gekocht werde. Da habe ich aber nur die Bestätigung der mir bekannten Thatsache erfahren: sie werde eben nur zum Sieden, zum Aufwallen erhitzt. Ich habe mich nun auf Herrn Aufrecht's obige Bemerkung hin der Mühe unterzogen, selbst beim Abkochen der Milch zuzusehen und nur die Angabe der von mir befragten Damen bestätigt gefunden. Ja, es besteht die absolute Nothwendigkeit, die Milch eben nur zum Aufwallen zu erhitzen, da sonst die Gefahr sehr nahe liegt (in einem sehr geräumigen Gefässe schon nach 30 Secunden), dass die Milch bei der durch das Sieden veranlassten Gasentwicklung so aufschäumt, dass sie die Ränder des betreffenden Gefässes übersteigt. Welch unangenehmer Geruch im Hause aber dadurch entsteht und welchen Beigeschmack solche Milch erhält, ist ja bekannt.

Dieses einfache Kochen, wie es im Haushalte bei der Milch geschieht, hat aber Herr Aufrecht in keinem seiner mitgetheilten Versuche angewendet. Und deshalb glaube ich doch zu meinem von Herrn Aufrecht oben angegriffenen Wunsche berechtigt gewesen zu sein und kann ich meine Versuche nicht für blosse Bestätigungen seiner Resultate halten.

Ueber den Kohlensäuregehalt der Gräberluft.

Von

Dr. W. Hesse,

Bezirksarzt in Schwarzenberg (Sachsen).

Im Jahre 1879 sah sich das kgl. sächsische Landes-Medicinal-Collegium veranlasst, die Frage wegen einer etwaigen Revision der das Begräbnisswesen betreffenden gesetzlichen Bestimmungen in Erwägung zu ziehen. Unter anderem wendete es sich deshalb mit einer Anzahl bestimmter Fragen an die Bezirksärzte und ersuchte dieselben um Mittheilung der von ihnen in der hier einschlagenden Richtung gemachten Erfahrungen.

Bei meinen hierauf angestellten Localerörterungen habe ich eine Anzahl Kohlensäurebestimmungen der Grundluft vorgenommen, deren Ergebnisse ich mit Genehmigung des kgl. Landes-Medicinal-Collegiums zu weiterer Kenntniss bringe.

Die Methode, deren ich mich bei jenen Untersuchungen bediente, findet sich in der Vierteljahrsvorschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen N. F. Bd. 30 beschrieben.

Anfangs benutzte ich zu jeder Untersuchung zwei verschieden grosse, gleichzeitig mit derselben Grundluft gefüllte Flaschen, deren Inhalt gesondert auf ihren CO_2-Gehalt geprüft wurde; in Folge der fast ausnahmslos eintretenden hinreichend genauen Uebereinstimmung der Ergebnisse beschränkte ich mich später auf die Ausführung von Einzelbestimmungen, überzeugte mich jedoch ab und zu von deren Zuverlässigkeit.

In den Beispielen ist die Reihenfolge eingehalten, in welcher die Untersuchungen stattfanden.

Wo nichts anderes bemerkt ist, wurde das Bodenrohr 1 ^{m} tief in das Erdreich eingetrieben.

Es wurden nur solche Gräber in Betracht gezogen, in welchen die Leichen Erwachsener beigesetzt worden waren.

I. Schönheide.

(11. Juli 1879.)

Der Kirchhof erstreckt sich von O. nach W. an einer nach N. abfallenden Berglehne unmittelbar hinter dem Orte; der Bodenabfall ist auf dem östlichen Theile des Kirchhofs steiler als auf dem westlichen, die Kindergräber befinden sich im oberen Theile des östlichen Endes, wo der Fels so oberflächlich liegt und der Boden so feucht ist, dass Erwachsene daselbst nicht beerdigt werden können. Nicht selten waren hier die Gräber gar nicht zu benutzen, weil sie voll Wasser standen; auch kam es vor, dass Särge vollständig in Wasser eingelassen wurden. Unmittelbar unter dieser Stelle fliesst Grundwasser in einem oberflächlich am Rande des Kirchhofsweges angelegten Graben ab.

Der Kirchhofsboden besteht sonst aus lockerem, gut durchlässigem, aber feuchtem (Granit) Sand. Drainirt ist der Kirchhof nicht, auch befindet sich kein Brunnen in demselben.

Der Begräbnissturnus ist wegen Platzmangels ein ausserordentlich kurzer (durchschnittlich nur 12 Jahre).

1. In einem vor 15 Jahren belegten Grabe wurde neben dem Sarge in $1\frac{1}{2}$ m Tiefe eine Bodenluftprobe entnommen, und diese wie die folgende sofort an Ort und Stelle im Freiem (bei lebhaftem Wind und bewölktem Himmel) untersucht. Dabei ergab sich

22,5 und 21,6 (Mittel 22,05) p. m. CO_2.

In den folgenden Beispielen wurde das Bodenrohr in dem Winkel zwischen Grabhügel und Kirchhofsboden in der Mitte der einen Langseite in der Richtung auf den Sarg (1 m tief) eingetrieben.

In einem unmittelbar hinter und seitlich von dem vorerwähnten Grabe gelegenen, vor 11 Tagen belegten Grabe fand sich

36,3 und 34,0 (Mittel 35,15) p. m. CO_2;

im westlichen Theile des Kirchhofs in einem vor 5 Jahren belegten Grabe

32,1 und 30,9 (Mittel 31,5) p. m. CO_2,

ausser- und oberhalb des westlichen Theiles des Kirchhofs, 2 m von der Kirchhofsmauer entfernt

7,51 und 7,73 (Mittel 7,62) p. m. CO_2.

II. Zschorlau.

(14. Juli 1879.)

Der Kirchhof fällt nach OSO. in seiner oberen Hälfte allmählich, in seiner unteren steiler ab; der Begräbnissturnus ist 18jährig. Der Kirchhofsboden ist feucht, locker (?), lehmig (verwitterter Schiefer) und sehr steinig. Nur in den oberen Gräberreihen sammelt sich in fertigen Gräbern ab und zu bis zu 0,28 m Höhe Wasser an.

Der Kirchhof ist nicht drainirt; ein Brunnen befindet sich in ihm nicht.

Die Bodenröhre wurde in dem Winkel zwischen Schmalseite der betreffenden Grabhügel und Bodenoberfläche in der Richtung auf den Sarg 1 m tief, ohne dass hierzu die Anwendung von Instrumenten nothwendig geworden wäre, eingesenkt.

Da sich beim Beginn der Untersuchungen Regen einstellte, wurde die Untersuchung der mit der Gräberluft gefüllten Kolben in der Todtenhalle vollendet.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
1. Grab in der 6. Reihe von oben	4 Wochen	74,5 und 75,9 Mittel 75,2
2. » » » 4. »	1 Jahre	32,8 » 32,3 » 32,55
3. » zwischen mittlerem und unterem Kirchhofsdrittel	5 Jahren	14,7 » 15,8 » 15,25
4. Grab zwischen mittlerem und oberem Kirchhofsdrittel	10 »	9,44 » 10,2 » 9,82
5. Grab nahe der NO.-Ecke des Kirchhofs	20 »	10,5 » 11,3 » 10,9
6. Oberhalb der vorigen Stelle, ausserhalb des Kirchhofs in einem Kartoffelfelde, 2 1/2 m von der Kirchhofsmauer entfernt. (Die Röhre konnte nur mit Mühe in den festen Boden eingeschlagen werden.)	—	3,58 » 3,97 » 3,775

III. Lössnitz.

(15. Juli 1879.)

Der grosse Kirchhof besteht aus einem alten und einem neuen Theile. Er fällt im Ganzen ziemlich steil nach NNO. ab; nur der untere Theil ist ziemlich plan, bzw. wegen Wassergehalt der Kindergräber durch Aufschütten geebnet worden. Der Boden besteht aus lockerem, mässig feuchtem, lehmhaltigem Kies; nur in der oberen (S.) Ecke stösst man in circa 1,13 m Tiefe auf Fels (Glimmerschiefer). Drainage und Brunnen finden sich nicht auf dem Kirchhofe.

Wegen eines kurz nach Beginn der Untersuchungen losbrechenden und während der ganzen weiteren Dauer derselben anhaltenden Gewitterregens wurden die Titrirungen nach der ersten CO_2-Bestimmung in der auf dem Friedhofe gelegenen Kirche vorgenommen.

A. Abtheilung V. Neuer Kirchhof.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m
1. Grab	2 Tagen	34,4 und 34,3 Mittel 34,35
2. in der Mitte eines Stückes jungfräulichen Bodens, von Nr 1 und anderen belegten Kirchhofsabtheilungen mehrere Meter entfernt	—	20,1 » 20,9 » 20,5
3. Nachbargrab von Nr. 1	14 »	34,6 » 37,9 » 36,25
4. Grab etwa 3 m unterhalb Nr. 1	1 Monat	91,5 » 83,8 » 87,65
5. » » 12 m » » 1	1/4 Jahre	über 200 und 227
6. » nahe Nr. 5	1/2 »	39,0 und 41,6 Mittel 40,3
B. Abtheilung II. Neuer Kirchhof.		
7. Grab	1 1/2 Jahren	73,2 und 73,9 Mittel 73,55
8. »	5 »	11,3 » 11,2 » 11,25
C. Alter Kirchhof, oben.		
9. Grab	10 Jahren	11,7 und 11,8 Mittel 11,75
D. Alter Kirchhof, unten.		
10. Grab	20 Jahren	24,1 und 20,0 Mittel 22,05

IV. Eibenstock.

(18. Juli 1879.)

Der vor 7 Jahren eingeweihte neue Kirchhof liegt ausserhalb der Stadt an einer sanft aufsteigenden Berglehne; sein Bodenabfall beträgt von W. nach O. kaum 1 m. Die Belegung des Kirchhofs begann an seiner NW.-Grenze und schritt von da regelmässig gegen SO. vor. Sein im Allgemeinen trockner und sehr poröser Boden besteht aus Sand, auf den ein Gerölle von Granitfels folgt.

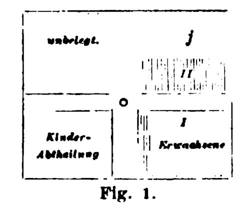


Fig. 1.

Wo die beistehende Skizze schraffirt ist, kommt man auf dieses Geröllе bereits in 1—1½ m Tiefe, dasselbe ist zum Theil so fest, dass zur Herstellung der Gräber bereits einige Male geschossen werden musste.

Nur im Beginne der Belegung fand sich in der W.-Ecke des Kirchhofs Wasser in den Gräbern; die Stelle wurde sofort drainirt und die Drains auf dem punktirt gezeichneten Wege aus dem Kirchhofe herausgeführt; seitdem ist nie wieder Wasser in einem Grabe bemerkt worden. Der Ausfluss aus den Drains war am 18. Juli ein sehr lebhafter; das Wasser sah vollkommen klar aus, ist aber nicht chemisch untersucht worden.

Mitten im Kirchhofe befindet sich ein Pumpbrunnen, dessen Spiegel 5—5½ m tief liegt; das Wasser wird wegen seines hohen Eisengehalts nicht genossen.

Aus dem 2. (also vor ungefähr 7 Jahren in ursprünglich feuchtem Terrain) auf dem Kirchhofe angelegten (Erwachsenen-) Grabe wurde in 1 m Tiefe eine Luftprobe entnommen, und

18,5 und 19,3 (Mittel 18,9) p. m. CO_2

gefunden.

Die folgenden Kohlensäurebestimmungen wurden bei schwachem Nordwind unter freiem Himmel ausgeführt, der häufig abwechselnd bald heiter, bald bedeckt war. Das Rohr wurde wie bisher am Kopf- oder Fussende des Grabes gegen den Sarg zu 1 m tief eingesenkt, wozu es anderer Kraft als des Händedrucks nicht bedurfte.

A. Abtheilung II,
woselbst bis jetzt nur 2 Reihen Gräber vorhanden.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
2. Grab in der 2. Reihe Nr. 25	6 Tagen	16,4 und 18,1 Mittel 17,25
3. » » » 2. » Nachbar-grab vom vorigen	1 Woche	24,1 » 25,9 » 25,0
4. Grab in der 2. Reihe Nr. 21	2 Wochen	58,2 » 57,3 » 57,75
5. » » » 2. » » 18	3 »	54,4 » 54,2 » 54,3
6. » » » 2. » » 6	4 »	61,1 » 60,6 » 60,85
7. » » » 2. » » 2 Eckgrab	2 Monaten	87,4 » 87,3 » 87,35
8. Grab in der 1. Reihe, Eckgrab	1/4 Jahr	57,7 » 57,45 » 57,57
9. » » » 1. »	1/2 »	41,7 » 34,5 [1]) » 38,1
10. » » » 1. »	3/4 Jahren	37,3 » 36,9 » 37,1

B. auf Abtheilung I,
woselbst 16 Reihen vorhanden.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
11. Grab in der 14. Reihe Nr. 78	1 Jahre	88,0 und 86,8 Mittel 87,4
12. » » » 14. » » 77	2 Jahren	38,4 » 38,1 » 38,25
13. » » » 9. » » 17	3 »	28,9 » 30,9 » 29,9
14. » » » 10. » » 17	4 »	27,7 » 27,8 » 27,75
15. » » » 15. » » 21	5 »	17,6 » 17,2 » 17,4
16. mitten im jungfräulichen Boden, näher der SO.-Kirchhofsgrenze	—	22,5 » 22,2 » 22,35

V. Aue.

(19. Juli 1879.)

Der Kirchhof fällt nach NW. allmählich ab; der obere, neuere seit 1868 von oben (SO.) nach unten (NW.) belegte Theil besteht aus (Granit) sandigem Boden, auf den in geringerer Tiefe (reichlich 3/4 m) ein festes sandsteinartiges Material folgt, das wie jener zwar sehr durchlässig ist, aber eine Bearbeitung mit Keile und Brechstange erfordert. Der Boden des unteren (älteren) Kirchhofstheiles ist sandig, trocken und gut durchlässig.

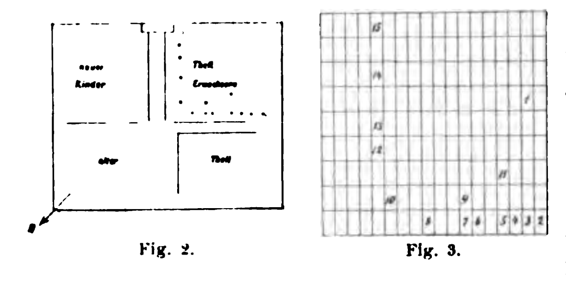


Fig. 2. Fig. 3.

1) Wahrscheinlich fand ein Ablesungsfehler statt.

Dem entsprechend sammelt sich nie Wasser in den Gräbern. Drainage und Brunnen fehlen auf dem Kirchhofe.

Der Begräbnissturnus ist 20—25 jährig.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
1. Grab	7 Jahren	8,65 und 8,9 Mittel 8,775
2. »	1 Tage	25,5
3. «	1 Woche	26,8
4. »	2 Wochen	88,6
5. »	3 »	58,6 [1])
6. »	1 Monat	92,0
7. »	2 Monaten	91,4
8. »	1/4 Jahre	125,0 und 119,0 Mittel 122,0
9. »	1/2 »	74,2
10. »	3/4 »	68,8
11. »	1 »	54,5 » 55,4 » 54,95
12. »	2 Jahren	50,0
13. »	3 »	35,0
14. »	4 »	13,8
15. »	5 »	16,1
16. »	10 »	13,5
17. » im untern (alten) Theile des Kirchhofs	20 »	24,4

18. Unter- und ausserhalb des Kirchhofs, am Kirchhofswege, in unmittelbarer Nähe einer angrenzenden Gartenwiese, etwa 10 m von der Kirchhofsmauer entfernt: 3,3 und 3,6 Mittel 3,45 p. m.

VI. Zelle.

(19. Juli 1879.)

Der ebene, kleine, alte Kirchhof liegt im Thale nahe der Mulde um die Kirche herum; er wurde bis 1874 sehr unregelmässig belegt.

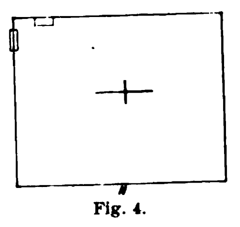


Fig. 4.

Sein etwas feuchter Boden besteht aus Triebsand.

Drainage und Brunnen finden sich auf ihm nicht vor.

Die Titrirung der Kolben wurde im Schatten der Kirche im Freien vorgenommen.

1) Der Grabhügel entspricht dem Grabe nicht; es ist daher fraglich, ob das Bodenrohr in die Nähe des Sarges gelangt.

A. An der N.-Grenze des Kirchhofes.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
1. Grab	10 Jahren	48,3
B. Vom südwestlichen, seit 1874 in regelmässiger Aufeinanderfolge belegten Theile des Kirchhofes.		
2. Grab	7 Wochen	23,1
3. »	5 Monaten	23,6
4. »	7 1/2 »	42,2
5. »	10 »	17,1
6. »	1 1/6 Jahr	27,3
7. »	1 1/2 »	19,1
8. »	2 1/3 »	16,3
9. »	3 Jahren	12,3
10. »	4 »	32,5
C. Nordwestlicher Theil des Kirchhofes.		
11. Grab	5 Jahren	41,0
12. »	10 »	17,0
D. Südöstlicher Theil des Kirchhofes, nächst der S.-Grenze.		
13. Grab	17 Jahren	23,7

Aus der der N.-Seite des Kirchhofs angrenzenden künstlich bewässerten Wiese konnte keine Bodenluft aspirirt werden.

VII. Stützengrün.

(28. Juli 1879.)

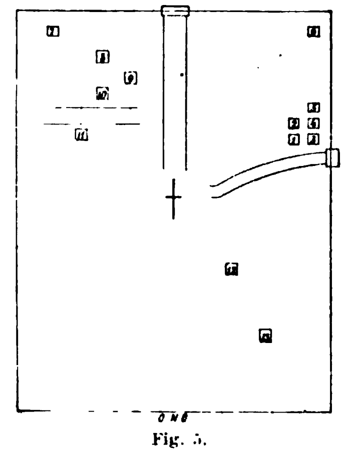


Fig. 5.

Der Kirchhof fällt nach WSW. mässig steil ab; sein Boden ist sandig (verwitterter Granit), locker und gut durchlässig.

In den oberen 2 Dritteln des Kirchhofs liegt der Fels (Granit) etwa 2 m, in der unteren 2—4 m unter der Oberfläche.

In der oberen N.-Ecke des Kirchhofs wird angeblich nicht mehr beerdigt, weil sich hier in der unmittelbaren Nähe der Kirchhofsmauer ein Brunnen befindet, der mit seinem

Spiegel etwa $1^3/_4$ m tief liegt, und zu 1 Drittel die Schule, zu den 2 andern den Gasthof versorgt.

Vor einigen Jahren wurde das untere, etwas steiler abfallende Drittel des Kirchhofs, da sich in den Gräbern Wasser ansammelte, drainirt und dadurch trocken gelegt; das Drainagewasser wurde nicht chemisch untersucht.

A. Im Kirchhofe.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.	Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
1. Grab	3 Tagen	19,2	7. Grab	2 Jahren	7,26
2. »	1 Monat	62,8	8. »	3 »	14,0
3. »	$^1/_4$ Jahr	21,7	9. »	4 »	21,6
4. »	$5^1/_2$ Monat	28,3	10. »	5 »	19,1
5. »	7 Monaten	30,9	11. »	9 »	12,8
6. »	1 Jahr	42,3	12. »	19 »	2,25

B. Ausserhalb des Kirchhofes.

13. NNW. vom Kirchhofe in einem jenseits der am Kirchhofe vorbeiführenden Strasse gelegenen Kleefelde: 5,19 p. m.
14. NNO. vom Kirchhofe, in einer einem Wohnhause anliegenden Gartenwiese: 22,1 p. m.
15. SSO. vom Kirchhofe in einem Kartoffelfelde in $^1/_2$ m Tiefe (Fels): 3,35 p. m.
16. WSW. vom Kirchhofe, in der jenseits der Chausse gelegenen Schulgartenwiese (nahe der Schule): 10,4 p. m.

VIII. Oberschlema.

(31. Juli 1879.)

Hier finden sich 2 Kirchhöfe; ein älterer tiefer gelegener, und ein davon etwas entfernter neuerer und höher gelegener. Der letztere besteht aus 2 Abtheilungen, einer älteren unteren und neueren oberen. Beide Kirchhöfe liegen an einer nach S. abfallenden Berglehne.

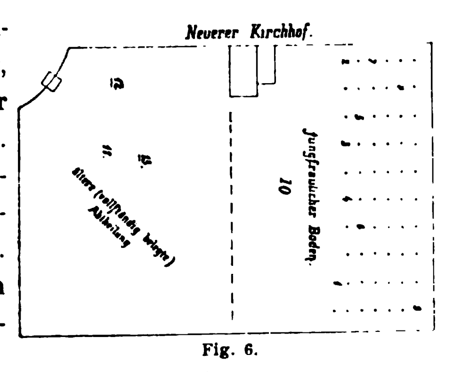


Fig. 6.

Der Boden des alten Kirchhofs besteht aus einem Gemische von Flusssand, Glimmerschiefer und Land. Vor seiner vor 22 Jahren

vorgenommenen Erhöhung mit einer $^3/_4{}^m$ starken Schicht Haldenschutt war er ausserordentlich nass.

Die ältere Abtheilung des neuen Kirchhofs wurde vor Ingebrauchnahme planirt; ihr Boden besteht aus lehmigem Sand, während die neuere Abtheilung feuchten Lehm enthält.

Im Allgemeinen sollen sämmtliche Kirchhofsböden locker und leicht durchlässig sein, jedoch bei Thauwetter Wasser in den Gräbern zeigen.

Drainage und Brunnen finden sich auf den Kirchhöfen nicht.

Die weitere Behandlung der mit Bodenluft gefüllten Kolben wurde in einem auf dem neueren Kirchhofe befindlichen Schuppen vorgenommen. Es herrschte am Untersuchungstage heisse Witterung.

In den nun folgenden Untersuchungsreihen wurde, wo nichts anderes bemerkt ist, das Bodenrohr nicht mehr an der Schmalseite, sondern in der Mitte einer Langseite des Grabes in der Richtung auf den Sarg eingesenkt.

A. Neuer Kirchhof, neuere Abtheilung.

(Die gegenwärtige Belegung ist die erste, die auf demselben stattgefunden.)

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
1. Grab	19 Tagen	47,0
2. »	5 Wochen	66,1 und 64,9 Mittel 65,5
3. »	2 Monaten	119,0
4. »	4 »	61,8
5. » (das Rohr dringt schwer ein)	7 »	110,0
6. Grab (das Rohr dringt schwer ein bis zu $^3/_4{}^m$ Tiefe [Sarg])	$9^1/_2$ »	87,5
7. Grab (Rohr wie bei Nr. 6)	1 Jahr	10,2
8. »	2 Jahren	13,7
9. »	3 »	78,0 » 77,6 » 77,8

10. » inmitten einer zwischen der neueren und älteren Abtheilung befindlichen grossen Wiese in $^1/_2{}^m$ Tiefe, da aus 1^m Tiefe keine Luft aspirirt werden konnte: 4,1 p. m.

B. Neuer Kirchhof, ältere Abtheilung.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
11. Grab	4 Jahren	34,3 und 36,4 Mittel 35,35
12. » (das Rohr dringt mit einem Ruck in den Sarg)	5 »	82,7
13. Grab (innerhalb des morschen Sarges)	10 »	152

C. Alter Kirchhof.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
14a. eingesunkes Grab. Bodenrohr an der einen Schmalseite eingesenkt	20 Jahren	38,5 und 38,2 Mittel 38,35
14b. dasselbe Grab; Bodenrohr an der andern Schmalseite eingesenkt	20 »	40,0 » 39,5 » 39,75

IX. Neustädtel.

(8. August 1879.)

Der Kirchhof fällt sanft nach NW. ab.

Der ältere Theil besitzt einen steinigen festen feuchten Lehmboden, der neuere (eine durch Haldenschutt ausgefüllte Mulde) ein sehr lockeres, durchlässiges und trockenes Material.

Nur in einer Ecke des älteren Theiles kam man beim Gruftbau in circa $3\,^1/_4{}^m$ Tiefe auf Felsen; an dieser Stelle zeigt sich auch in ein paar Grüften bei Thau- und Regenwetter Wasser, das durch Schleussen weggeführt wird, bzw. bald versickert.

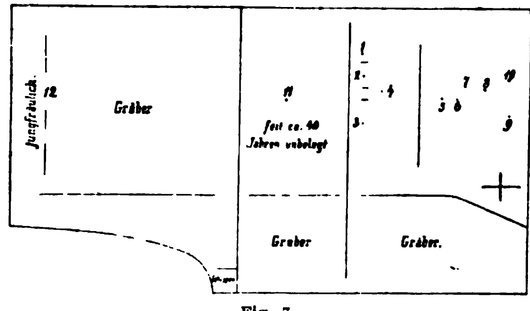


Fig. 7.

Brunnen und Drainage sind im Kirchhofe nicht vorhanden.

In den folgenden Untersuchungen wurde das Bodenrohr inmitten des Grabhügels senkrecht auf die Mitte des Sarges ohne Zuhilfenahme besonderer Instrumente unschwer eingeführt; je nach der Höhe des Sarges stiess man in 1^m oder etwas weniger Tiefe auf den Sarg.

Die Titrirungen wurden in einem auf dem Kirchhofe befindlichen Schuppen ausgeführt.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
1. Grab	1 Monat	33,5
2. »	2 Monaten	56,8
3. »	½ Jahre	32,4
4. »	1 »	56,4
5. »	2 Jahren	73,3
6. »	3 »	44,5
7. »	4 »	51,7
8. »	5 »	30,7
9a. » (unmittelbar über dem Sarge)	10 »	19,7
9b. dasselbe Grab (im Sarge)	—	61,7

10a. Grab vor 20 Jahren belegt; in ¾ᵐ Tiefe des eingesunkenen (wiederaufgeschütteten) Grabes: 29,9.

10b. Dasselbe Grab; in 1ᵐ Tiefe: 31,7.

11. Aus der Mitte eines grossen inmitten des Kirchhofs gelegenen mehrere Jahrzehnte unbelegt gebliebenen Platzes: 15,8.

12. Von einer unfern der O.-Grenze des Kirchhofs gelegenen kleinen Stelle jungfräulichen Bodens, in gleichem Abstande (mehrere Meter) von den nach 3 Richtungen angrenzenden Gräbern: 6,37.

13. Von einer ausserhalb des Kirchhofs gelegenen, nach N. abhängigen Wiese, mehrere Meter von der O.-Grenze des Kirchhofs entfernt: 14,7.

X. Schwarzenberg.

(11. August 1879.)

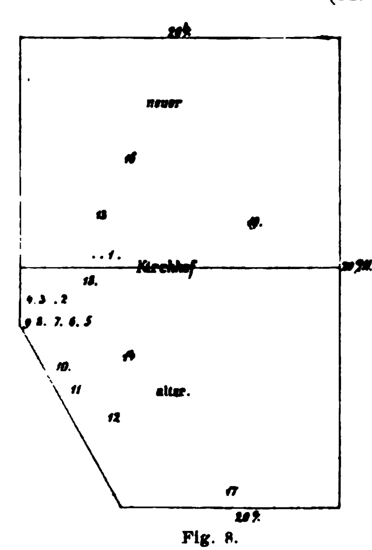


Fig. 8.

Der Kirchhof fällt in seinem oberen (neueren) Theile steil, in seinem unteren (älteren) allmählich nach OSO. ab.

Der angeblich durchweg trockene, durchlässige Boden besteht im neueren Theile aus lehmhaltigem Sand, während sich im alten ein guter sandiger Boden findet. Nur an der obersten Grenze des neueren Theiles kommt man in 2¼ᵐ Tiefe auf Fels (Gneis). Es ist nie Wasser in den Gräbern bemerkt worden; Brunnen und Drainage gibt es auf dem Kirchhofe nicht.

Die Titrirungen wurden in der Kirchhofskapelle ausgeführt.

1. Grab vor 8 Tagen belegt; Grabhügel noch nicht aufgeführt; angeblich ungewöhnlich hoher Sarg, weshalb das mitten auf den Sarg gerichtete Bodenrohr bereits in auffallend geringer Tiefe auf Widerstand stösst.

Ort	Belegt vor	CO_2 p. m.
1. a) unmittelbar über dem Sarge	8 Tagen	63,8
b) zur einen Langseite desselben Grabes (daneben ein vor 23 Jahren belegtes Grab)	8 ›	52,7
c) zur andern Langseite des Grabes	8 ›	36,4
d) zur einen Schmalseite des Grabes in $^1/_2$ m Tiefe; davor ein vor 2 Jahren belegtes Grab	8 ›	10,6
e) zur andern Schmalseite des Grabes, in $^1/_2$ m Tiefe; darunter ein Abhang	8 ›	7,9
2. Grab	9 ›	58,9
3. ›	14 ›	49,5
4. › an der Kirchhofsmauer	1 Monat	71,25
5. ›	$1^3/_4$ ›	64,8
6. anderes Grab mit unvollkommenem Hügel; in $^1/_2$ m Tiefe Widerstand durch den Sarg	$1^3/_4$ ›	22,3
7. Grab	2 Monaten	85,1
8. ›	$^1/_4$ Jahr	71,1
9. ›	$^1/_2$ ›	42,9
10. ›	2 Jahren	84,0
11. ›	3 ›	18,1
12. › (wahrscheinlich innerhalb des Sarges)	4 ›	84,1
13. Grab	5 ›	31,8
14. ›	1 Jahre	22,3
15. eingesunkenes Grab	10 Jahren	35,3 und 34,4 Mittel 34,85
16. unbelegte (reservirte) Grabstelle auf dem neuen Kirchhofstheile	—	42,3 › 46,0 › 44,15
17a. Grab (in $^1/_3$ m Tiefe)	20 Jahren	11,0 › 12,0 › 11,5
17b. dasselbe Grab (in $^2/_3$ m Tiefe)	20 ›	16,2
17c. › › (in 1 m Tiefe)	20 ›	22,6
18. Grab (andere Stelle)	20 ›	25,5
19. › im oberen (neuen) Kirchhofe	20 ›	34,3

20a. ausserhalb des Kirchhofs unmittelbar hinter der Kirchofsmauer in gleichem Niveau mit dem Kirchhofsboden, an der N.-Seite in einer Gärtnerei (Kartoffelbeet): 2,245. — 20b. an der W.-Seite (Strassenböschung): 1,24. — 20c. an der O.-Seite (Chausseegraben): 8,52.

Die S.-Seite war unzugänglich (verschlossener Privatgarten).

Tabellarische

Kirchhof zu	Tage	Wochen			Monate		Jahr		
	1—6	1	2	3	1	2	1/4	1/2	3/4
Schönheide			35,15 [1])						
Zschorlau					75,2				
Lössnitz	34,35*)		36,25		87,65		227,0	40,3	
Eibenstock	17,25 **)	25,0	57,75	54,3	60,85	87,35	57,6	38,1	37,1
Aue	25,5†)	26,8	88,6	58,6	92,0	91,4	122,0	74,2	68,8
Zelle						23,1 [1])		23,6 [2]) 42,2 [3])	17,1 [4])
Stützengrün	19,2††)				62,8		21,7	28,3 [1]) 30,9 [2])	
Schlema				47,0 [1])	65,5 [2])	119	61,8 [3])	110 [4])	87,5 [5])
Neustädtel					33,5	56,8		32,4	
Schwarzenberg		63,8 52,7 36,4 10,6 7,9 58,9 [1])	49,5		71,25	64,8 [2]) 22,3 [3]) 85,1	71,1	42,9	

Anmerkung. *) 2 Tage. **) 6 Tage.
†) 1 Tag. ††) 3 Tage.

Zusammenstellung.

Jahre 1	2	3	4	5	10	20	Unbelegte Kirchhofstheile	Ausserhalb des Kirchhofs	Bemerkungen
				31,5	22,05[2])			7,62	[1]) 11 Tage [2]) 15 Jahre
32,55				15,25	9,82	10,9		3,775	
73,55[1])				11,25	11,75	22,05	20,5 jungfr.		[1]) 1½ Jahr
87,4	38,25	29,9	27,75	17,4	18,9[1])		22,35 jungfr.		[1]) 7 Jahre
54,95	50,0	35,0	13,8	16,1	8,775[1]) 13,5	24,4		3,45	[1]) 7 Jahre
27,3[5]) 19,1[6])	16,3[7])	12,3	32,5	41,0	48,3 17,0	23,7[8])			[1]) 7 Wochen [2]) 5 Monate [3]) 7½ " [4]) 10 " [5]) 1⅙ Jahr [6]) 1½ " [7]) 2½ " [8]) 17 Jahre
42,3	7,26	14,0	21,6	19,1	12,8[3])	2,25[4])		5,19 22,1 3,35 10,4	[1]) 5½ Monate [2]) 7 " [3]) 9 Jahre [4]) 19 "
10,2	13,7	77,8	35,35	82,7	152	38,35 39,75	4,1		[1]) 19 Tage [2]) 5 Wochen [3]) 4 Monate [4]) 7 " [5]) 8½ "
56,4	73,3	44,5	51,7	30,7	19,7 61,7	29,9 31,7	6,37 jungfr. 15,8	14,7	
22,3	84,0	18,1	84,1	31,8	34,85	11,5 16,2 22,6 25,5 34,3	44,15	2,245 1,24 8,52	[1]) 9 Tage [2]) 1¾ Monate [3]) 1¾ "

Das von mir eingeschlagene Verfahren ergibt auf den ersten Blick so grosse Unregelmässigkeiten im CO_2-Gehalt der Kirchhofsluft, dass eine Regel kaum mehr zu erkennen ist.

Im Schwarzenberger Kirchhofe schwankt z. B. der CO_2-Gehalt der Grundluft in dem vor 1 Woche belegten Grabe je nach der Stelle, von welcher die Luft abgesaugt wurde, zwischen 8 und 64 p. m., und in einem vor 20 Jahren belegten Grabe je nach der Tiefe, aus welcher die Luft stammte, zwischen 12 und 23 p. m. Wenngleich in dem ersterwähnten Beispiele abnorme Zustände (hoher Sarg) vorlagen, und das Bodenrohr stellenweise nur $^1/_2{}^m$ tief eindrang, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass auch unter normalen Verhältnissen und bei gleichbleibender Tiefe (1^m) der Luftentnahme an verschiedenen Stellen ein und desselben Grabes erhebliche Unterschiede im CO_2-Gehalte angetroffen werden.

Ferner ergaben sich in gleich lange belegten aber räumlich getrennten Gräbern ein und desselben Kirchhofes die auffallendsten Unterschiede, und zwar besonders dann, wenn die Gräber in verschiedenen Abtheilungen des Kirchhofes liegen, die eine sehr verschiedene Belegung erfahren hatten (alte und neue Theile).

Das Vorkommen derartiger Unterschiede auf den Kirchhöfen verschiedener Ortschaften darf nicht Wunder nehmen, ebenso wenig, dass auf verschiedenen Kirchhöfen die Zeit, bis zu welcher der CO_2-Gehalt eines Grabes seinen höchsten Stand erreicht und sich auf demselben erhält, sehr verschieden ausfällt. Andrerseits konnte das Vorhandensein von Störungen durch Nachbargräber nicht immer ausgeschlossen werden. Der CO_2-Gehalt der Gräberluft stellt demnach auch, wenn man verschiedene Gräber in Betracht zieht, keineswegs mit Regelmässigkeit eine bestimmte, der Belegungszeit entsprechende Curve dar.

Die Untersuchungen zeigen sonach, dass zur Gewinnung ganz einwurfsfreier Unterlagen ein viel umständlicheres Verfahren einzuschlagen sein würde. Man müsste nämlich zunächst an verschiedenen Stellen ein und desselben Grabes Stationen zu fortdauernden (jahrelang) regelmässigen Untersuchungen errichten, später verschiedene Gräber ein und desselben Kirchhofs, und endlich verschiedene Gräber verschiedener Kirchhöfe in derselben

eingehenden Weise berücksichtigen. Ob das Ergebniss die Mühe lohnen würde, muss freilich dahingestellt werden.

Trotz ihrer Unzulänglichkeit sind übrigens meine Untersuchungen nicht ohne positive Ergebnisse geblieben, und ich fasse dieselben in folgenden Sätzen zusammen, die sich selbstverständlich nur auf die Localität und Zeit, in welcher jene stattfanden, beziehen:

1. Die Grundluft innerhalb der belegten Kirchhöfe ist fast ausnahmslos CO_2 reicher als ausserhalb derselben.

2. Dieser CO_2-Reichthum stammt vorzugsweise von der Zersetzung der Leichen; sein Nachweis ist an die Durchlässigkeit des Sarges und die lockere Beschaffenheit des Kirchhofsbodens geknüpft.

3. Vom Tage der Beerdigung an nimmt der CO_2-Gehalt in dem Grabe zu; er erreicht gewöhnlich nach $\frac{1}{2}$—3 Monaten sein höchstes Maass. Nach dieser Zeit nimmt der CO_2-Abfluss in das dem Sarge anliegende Erdreich gewöhnlich wieder ab. Die Abnahme erfolgt erheblich langsamer als die Zunahme.

4. Nach einiger Zeit, spätestens 10—20 Jahren nach der Belegung des Grabes ist die unterste Grenze des CO_2-Gehaltes der Gräberluft erreicht, welche in dem in fortdauerndem Gebrauche befindlichen Kirchhofe überhaupt vorkommt (zwischen 20 und 40 p. m.).

5. Wenn diese unterste Grenze erreicht und der Grabhügel in Folge Einbruches des Sarges eingesunken ist, erscheint die CO_2 in der Grundluft des Grabes weit gleichmässiger vertheilt als früher.

6. Bei noch erhaltenem Sarge ist der CO_2-Gehalt der Luft innerhalb des Sarges wesentlich höher als ausserhalb desselben.

7. Jungfräuliche Partien eines Kirchhofes können einen ebenso grossen oder einen niedrigeren CO_2-Gehalt ihrer Grundluft aufweisen, als die belegten Kirchhofsabtheilungen, in deren Gräbern die Luft auf ihren niedrigsten CO_2-Gehalt gesunken ist. Hierbei dürfte ausschlaggebend sein, ob der Boden so beschaffen ist, dass die Luft aus den Gräbern leicht nach den jungfräulichen Theilen abströmen kann oder nicht.

Zur Frage vom Verhalten gefärbter Zeuge zum Wasser und zur Luft.

Von

Dr. Sergius Boubnoff
aus Moskau.

(Aus dem hygienischen Institute München.)

Lévy[1]) und Roth und Lex[2]) in ihren Handbüchern der Hygiene geben an, dass Zeuge, welche zu unserer Kleidung dienen, unter Einfluss verschiedener Farben eine bemerkliche Veränderung ihres Verhaltens zum Wasser erleiden; dabei wird auf Stark's Untersuchung hingewiesen, welche diese Angabe bestätigen soll. Es ist mir nicht gelungen die angeführte Untersuchung im Original kennen zu lernen, was aber die von den genannten Autoren angeführten Citate aus dieser Untersuchung betrifft, so scheinen dieselben an Unklarheit zu leiden, ja selbst einander zu widersprechen. So z. B. finden wir bei Lévy[4]) folgendes Citat aus Stark's Untersuchung: 30g schwarze Wolle, welche im Januar bei einer Temperatur etwas unter 0° C. der Luft ausgesetzt waren, erlitten durch das absorbirte Wasser einen Zuwuchs ihres Gewichts von 32g, dieslbe Quantität rother Wolle einen Zuwuchs von 25 und weisser Wolle von 20g. — Anscheinlich dieselben Angaben werden von Roth und Lex[5]) etwas anders citirt; bei ihnen lautet es: Stark hat gefunden, dass Proben von je 10g schwarzer, rother und weisser Wolle auf ihrer

1) M. Lévy, Traité d'hygiène pub. et privée, Paris 1845.
2) Roth u. Lex, Handbuch d. Militärgesundheitspflege, Berlin 1877.
3) In Philosoph. Transactions of Roy. Soc. of London 1853.
4) l. c. t. 2 p. 319.
5) a. a. O. Bd. 3 S. 53.

Oberfläche einen Niederschlag von Reif gaben, und zwar die erste einen Niederschlag von 32, die zweite von 25 und die dritte von 20g. — Wie schon Dr. Linroth in seiner Untersuchung »Einige Versuche über das Verhalten des Wassers in unseren Kleidern [1])« bemerkt, ist aus diesen Citaten nicht zu ersehen, ob dieser Zuwachs des Gewichts dem hygroskopischen oder dem Capillarwasser zuzuschreiben ist. Nimmt man die verhältnissmässig grosse Menge der absorbirten Feuchtigkeit in Betracht, so wird man mit Dr. Linroth annehmen müssen, dass es sich hier nicht um hygroskopisches Wasser handeln kann; sollte es sich hingegen in der angeführten Angabe ums Capillarwasser handeln, so ist es unbegreiflich, welche Rolle hier der Reif spielen soll, auf Kosten dessen nach Roth und Lex der Zuwachs des Gewichts der Proben Wolle entstanden war. Der Reif weist eher auf stattgefundenen Wärmeverlust durch Ausstrahlung und keineswegs auf Capillarität hin. Von der angeführten Unklarheit abgesehen, soll die Menge der absorbirten Feuchtigkeit und niedergeschlagenen Reifs bei der schwarzen Wolle dieselbe gewesen sein, während doch die zum Versuch gebrauchte Wolle im ersten Falle 30, im zweiten bloss 10g gewogen haben soll; dieselbe Unverhältnissmässigkeit wiederholt sich in den Versuchen mit rother und weisser Wolle: während die zum Experiment genommene Menge Wolle in beiden Fällen mit der rothen und in beiden Fällen mit der weissen Wolle verschieden war, soll die Quantität der absorbirten Feuchtigkeit und des niedergeschlagenen Reifs in beiden Versuchen gleich gewesen sein und zwar für die rothe Wolle = 25, für die weisse = 20g. — Dr. Linroth gibt[2]) in seiner oben angeführten Abhandlung an, auf Grund einiger von ihm angestellter Vergleichsversuche über das Verhalten weissen Flanells und schwarzen Tuches zum hygroskopischen Wasser zur Ueberzeugung gekommen zu sein, dass die Farbe keinen Einfluss auf die Hygroskopicität hat. Aber diese Versuche Dr. Linroth's können uns über den uns interessirenden Gegenstand keinen vollkommenen Aufschluss geben, da doch die von ihm benutzten

1) Zeitschrift f. Biologie Bd. 17.

2) a. a. O. S. 196.

Zeuge — Flanell und Tuch — eine sehr verschiedene Structur darbieten, und daher auch der Einfluss der Farbe auf die Hygroskopicität, falls ein solcher überhaupt existirte, leicht zu übersehen wäre. In der Literatur finden sich keine eingehenderen Untersuchungen über diesen Gegenstand und somit bleibt diese vom hygienischen Standpunkt aus sehr interessante Frage ungelöst.

Der Wunsch, diese Lücke einigermaassen auszufüllen, hat mich bewogen, eine Reihe von Versuchen anzustellen, wobei Flanell, Shirting und Leinwand als Versuchsobjecte zur Verwendung kamen; die Zeuge wurden sowohl gefärbt als ungefärbt untersucht.

Die verwendeten Sorten waren folgende: ein Quadratcentimeter Flanell enthielt 24 Grundfäden und 25 Einschlagfäden, ein Quadratcentimeter Shirting 34 der ersteren und 42 der letzteren, ein Quadratcentimeter Leinwand 27 und 27 Fäden.

Damit die gefärbten Proben der verwendeten Zeuge (Flanell, Shirting und Leinwand) dieselbe Qualität besässen, wurde folgendermaassen verfahren: von jedem Stück des zu den Versuchen gewählten Zeuges wurden 6 Streifen je ½ m lang abgeschnitten; je ein Streifen von sämmtlichen Zeugen blieb ungefärbt, von den übrigen fünf wurde jeder mittels eines der angeführten Farbstoffe tingirt (in einer Färberei von München). Die Farben und die Zusammensetzung der Farbstoffe (nach der Angabe der Färberei) waren folgende:

	Die Zusammensetzung der Farbstoffe für Flanell	Die Zusammensetzung der Farbstoffe für Shirting und Leinwand
Schwarze Farbe	Blauholz Chromsaures Kali Weinstein	Schmack Chromsaures Kali Kupfervitriol Eisenvitriol Blauholz-Extract
Rothe Farbe	Zuckersäure Zinnholz Flavin Cochenill	Tanin Chrysophenin Safronin
Gelbe Farbe	Curcumin Schwefelsäure Alaun	Tanin Zinnsalz Curcumin

	Die Zusammensetzung der Farbstoffe für Flanell	Die Zusammensetzung der Farbstoffe für Shirting und Leinwand
Grüne Farbe	Gelbholz Alaun Weinstein Indigocarmin	Tanin Eisenvitriol Methylgrün
Blaue Farbe	Blausaures Kali Schwefelsäure	Salpetersaures Eisen Zinnsalz Blausaures Kali

Beim Betrachten der trockenen gefärbten Zeuge mittels der Loupe war nirgends ein Niederschlag des Farbstoffes an den Fäden zu bemerken, das Zeug erschien allenthalben einförmig, nur mehr oder minder intensiv gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung (Hartnack Ve. 3 Obj. 5) erwies, dass nur beim Flanell die schwarz tingirten Fasern bei durchfallendem Lichte vollkommen undurchsichtig und wenig durchsichtig bei den übrigen Zeugen von derselben Farbe erschienen, so dass es unmöglich war an denselben ihre normale Structur zu unterscheiden; die Fasern der mittels anderen Farben tingirten Zeuge waren hingegen alle mehr oder minder durchsichtig und boten — abgesehen von der Farbe — keinen Unterschied von den Fasern der nichtgefärbten Zeuge.

Um eine ungleichmässige Spannung der zu unterscheidenden Zeuge zu verhüten, wurde folgendermaassen verfahren: Stücke sämmtlicher Zeuge und von sämmtlicher Farbe wurden gleichzeitig in Wasser ohne Seife ausgewaschen und darauf im Digestorium des Laboratoriums bei 19 — 20 ° C. getrocknet; von jedem Stück wurden sodann 150^{qcm} grosse Proben abgeschnitten; mit letzteren wurden dann die Versuche angestellt. Diese bestanden darin, dass sämmtliche Proben irgend eines der benutzten Zeuge (Flanell, Shirting und Leinwand) gleichzeitig bei 100 ° C. getrocknet wurden, nachdem sie an Glasstäbchen im Trockenschrank aufgehängt waren, sodann wurden sie in Büchsen aus Messingblech gelegt, die Büchsen wurden mit Deckel fest geschlossen und die Proben sammt den Büchsen sofort gewogen. Die erwähnten Büchsen waren dieselben, mit welchen

Dr. Linroth experimentirt hatte; sie waren von cylindrischer Form; ihre Höhe betrug 10, ihr Durchmesser 4 cm. Nachdem das wiederholte Wägen die Proben als vollkommen trocken erwiesen hatte, wurden dieselben sämmtlich fast gleichzeitig an Glasstäbchen über dem Wasser in einem Brutapparat[1]) aufgehängt; letzterer wurde von oben mittels eines Deckels zugedeckt. Nach Verlauf von je 30 Minuten wurden die Proben aus dem Apparat herausgenommen, sofort in die Büchsen eingeschlossen, vermittelst Deckel zugedeckt und gewogen. Auf diese Weise konnte eine gleichzeitige Zunahme am Gewicht der Proben durch absorbirte Feuchtigkeit während eines gewissen Zeitraumes bestimmt werden.

Zum Beweis, dass die Proben während des Wägens in den Büchsen keine bemerkliche Veränderung ihres Gewichts erleiden konnten, — mit anderen Worten, zum Beweis, dass die Büchsen mittels der Deckel gut geschlossen waren und dadurch verhinderten, dass die darin befindlichen feuchten Zeuge austrockneten resp. die trockenen feucht wurden, — finde ich es zweckmässig die Angabe Dr. Linroth's, der vor mir, wie oben angeführt, mittels dieser Büchsen schon experimentirte, und die Resultate meiner eigenen Controlversuche anzuführen. Dr. Linroth gibt folgende drei Versuche an[2]):

I. Ein Leinwandstück, ausgetrocknet 3,3479 g wiegend, hatte bei 8,5 ° C. und 95 % relative Feuchtigkeit in einem Keller 0,4606 hygroskopisches Wasser aufgenommen. Es wog dann sammt Büchse 118,9557 g. Nach 2 Stunden 45 Minuten, während welcher die Büchse bei 17,9 ° C. und 50 % Feuchtigkeit im Laboratorium gestanden hatte, wog sie 118,9597 g.

II. Ein anderes ähnliches Stück, welches einer geringeren Feuchtigkeit ausgesetzt gewesen ist, wog mit Büchse 118,7805 g; nach 3 Stunden 10 Minuten in feuchter Kellerluft 118,7800 g.

---

1) Dieser Apparat besteht aus einem Cylinder von Eisen, dessen Höhe etwa 40 cm beträgt; sein Durchmesser beträgt das Nämliche. Der Cylinder ist mit doppelten Wänden versehen, zwischen welchen Wasser eingegossen und gewärmt wird. Dadurch kann innerhalb des Cylinders die Temperatur constant bleiben. Von oben wird der Cylinder mit einem Deckel fest geschlossen.

2) a. a. O. S. 187.

III. Ein Stück Flanell von ungefähr 3g Gewicht, welches mehr Feuchtigkeit aufgenommen hatte, als der Laboratoriumsluft entsprach, wog mit Büchse 117,5842g; nach einem Tage 117,5855g; nach zwei Tagen 117,5789g.

Die von mir angestellten Controlversuche bestanden in Folgendem:

I. Von jedem ungefärbten Zeuge wurden nach oben angegebener Weise Proben von der Grösse von 150qcm angefertigt; dieselben wurden gleichzeitig eine Stunde lang im Trockenschrank bei 108 ° C. getrocknet, sodann in die Büchsen eingeschlossen, mit den Deckeln zugedeckt und sofort sammt den Büchsen gewogen; darauf blieben sämmtliche Büchsen mit den in denselben befindlichen trockenen Proben auf einem Tisch des Laboratoriums stehen, nachdem sie zuvor mit einem Trichter zum Schutz gegen Staub bedeckt waren. Nach Verlauf von 6 ½ Stunden wurden die Büchsen mit den Proben wieder gewogen. Die Zahlen sind in folgender Tabelle (I) angeführt.

Tabelle I.

Benennung der Zeuge	Gewicht der Büchse sammt der ausgetrockneten Probe in Grm.	Gewicht der Büchse sammt der Probe 6½ Stunden nach dem ersten Wägen	Zunahme des Gewichts in Grm.
Ungefärbter Flanell	117,4500	117,4529	0,0029
Ungefärbte Leinwand	118,3180	118,3246	0,0066
Ungefärbter Shirting	117,8070	117,8144	0,0074

II. Je 2 Proben von jedem Zeuge, welche in derselben Weise wie oben angeführt angefertigt waren, befanden sich gleichzeitig beiläufig 2 Stunden lang in einer von Feuchtigkeit gesättigten Luft, darauf wurden sie in die Büchsen eingeschlossen, mit den Deckeln zugedeckt und gewogen; sodann wurden 3 Büchsen, von welcher jede je eine Probe enthielt, in einen Exsiccator mit Schwefelsäure gestellt; die übrigen 3 Büchsen mit analogem Inhalte blieben auf dem Tisch des Laboratoriums unter einem Glastrichter stehen. Nach Verlauf von etwa 15 Stunden wurden alle Büchsen sammt den in denselben befindlichen Proben von Neuem gewogen.

Die Resultate sind in folgender Tabelle (II) angegeben; das Zeichen * bezeichnet die Büchsen, welche im Exsiccator gestanden.

Tabelle II.

Benennung der Zeuge	Gewicht der trockenen Proben in Grm.	Gewicht der Büchsen sammt den befeuchteten Proben in Grm.	Gewicht der Büchsen sammt den befeuchteten Proben 15 Stunden nach dem vorhergehenden Wägen in Grm.	Abnahme des verdunsteten Wassers in Grm.
* Ungefärbter Flanell	2,3328	117,7560	117,7460	0,0100
Ungefärbter Flanell	2,3140	126,0660	126,0570	0,0090
* Ungefärbter Shirting	2,2470	118,0148	117,9928	0,0220
Ungefärbter Shirting	2,2072	116,6810	116,6618	0,0192
* Ungefärbte Leinwand	2,6570	118,4276	118,4097	0,0179
Ungefärbte Leinwand	2,7010	116,5852	116,5706	0,0146

Aus den angeführten Zahlen ist zu ersehen, dass ungeachtet der sehr bedeutenden Feuchtigkeitsänderungen und der langen Zeitdauer — 2³/₄ Stunden bis 3 Tage in den Versuchen Dr. Linroth's und 6¹/₂ bis 15 Stunden in den meinigen — die Proben in den Büchsen einen relativ geringen Verlust an Gewicht erlitten, während ohne die Büchsen ceteris paribus die Aenderung ihres Gewichts viel grösser gewesen wäre. Wenn man aber noch in Betracht nimmt, dass während der Arbeit die Proben sofort nach deren Einschluss in die Büchsen gewogen wurden, so wird man zugeben müssen, dass eine Gewichtsdifferenz, falls solche überhaupt entstanden, kaum mittels einer Waage zu bemerken wäre, deren Schalen mit einem Gewicht z. B. von 126^{g} belastet waren.

Nachdem auf diese Weise die Ueberzeugung gewonen war, dass die Büchsen den erforderlichen Bedingungen entsprachen, ging ich zu meinen Versuchen über den Einfluss der Farbe auf die hygroskopischen Verhältnisse der Zeuge über. Die Resultate, welche ich für Flanell und Shirting gewann, sind in den Tabellen III und IV angegeben. Diese Tabellen sind folgendermaassen zusammengestellt: in der ersten Abtheilung links ist die Reihenfolge der Versuche verzeichnet, in der zweiten ist in Minuten die Zeitdauer angegeben, während deren die untersuchten Proben im

Tabelle III.

Laufende Nummer	Zeitdauer der Befeuchtung der Proben in Minuten	Ungefärbter Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,1322 g			Schwarzer Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,1590 g			Rother Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,4730 g			Gelber Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,0340 g			Grüner Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,1152 g			Blauer Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,1044 g		
		Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge
		in Grm.	Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges		in Grm.	Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges		in Grm.	Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges		in Grm.	Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges		in Grm.	Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges		in Grm.	Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges	
1	30	0,2548	61,7	45,8	0,2836	68,2	46,5	0,2644	59,1	46,1	0,2462	61,0	47,1	0,2520	61,2	45,5	0,2488	60,6	46,7
2	30	0,1162	28,1	20,9	0,1224	29,4	20,1	0,1230	27,5	21,4	0,1078	26,7	20,6	0,1156	28,1	20,9	0,1108	27,0	20,8
3	30	0,0738	17,9	13,3	0,0816	19,6	13,4	0,0668	14,9	11,6	0,0634	15,7	12,1	0,0710	17,3	12,8	0,0672	16,4	12,6
4	30	0,0448	10,8	8,0	0,0480	11,5	7,9	0,0456	10,2	7,9	0,0436	10,8	8,3	0,0500	12,2	9,0	0,0422	10,3	7,9
5	30	0,0326	7,9	5,9	0,0386	9,3	6,3	0,0358	8,0	6,2	0,0302	7,5	5,8	0,0304	7,4	5,5	0,0292	7,1	5,5
6	30	0,0220	5,3	4,0	0,0224	5,4	3,7	0,0242	5,4	4,2	0,0198	4,9	3,8	0,0202	4,9	3,7	0,0198	4,8	3,7
7	30	0,0128	3,1	2,3	0,0138	3,3	2,3	0,0144	3,2	2,5	0,0120	3,0	2,3	0,0142	3,4	2,6	0,0142	3,5	2,7

Tabelle IV.

Laufende Nummer	Zeitdauer der Befeuchtung der Proben in Minuten	Ungefärbter Shirting Gewicht der trockenen Probe in Grm. = 2,2140			Schwarzer Shirting Gewicht der trockenen Probe in Grm = 2,5336			Rother Shirting Gewicht der trockenen Probe in Grm. = 2,2954			Gelber Shirting Gewicht der trockenen Probe in Grm. = 2,2484			Grüner Shirting Gewicht der trockenen Probe in Grm. = 2,2398			Blauer Shirting Gewicht der trockenen Probe in Grm. = 2,2296		
		Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen		% der ganzen hygroskopischen Wassermenge
		in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug		in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug		in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug		in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug		in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug		in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug	
1	30	0,1538	69,5	80,2	0,1644	64,9	79,3	0,1486	64,7	77,3	0,1562	69,5	80,1	0,1588	70,9	78,9	0,1496	67,1	79,7
2	30	0,0214	9,7	11,2	0,0248	9,8	12,0	0,0246	10,7	12,8	0,0226	10,1	11,6	0,0246	11,0	12,2	0,0208	9,3	11,1
3	30	0,0118	5,3	6,2	0,0142	5,6	6,8	0,0138	6,0	7,2	0,0124	5,5	6,4	0,0132	5,9	6,6	0,0128	5,7	6,8
4	30	0,0048	2,2	2,5	0,0040	1,6	1,9	0,0052	2,3	2,7	0,0038	1,7	1,9	0,0046	2,1	2,3	0,0045	2,0	2,4

Brutapparat der Feuchtigkeit ausgesetzt waren; ferner folgen 6 Abtheilungen je eine für jede Farbe; in der ersten Reihe jeder Abtheilung ist in Grammen die Gewichtszunahme angegeben, welche die Proben während der ersten, zweiten u. s. w. halben Stunde durch die Absorption von Feuchtigkeit erfuhren; in der zweiten ist die auf 1000 Theile trockenes Zeug berechnete Gewichtszunahme bezeichnet; die dritte endlich enthält die Zahlen, welche das Procent der sämmtlichen hygroskopischen Wassermenge, das die Probe während der ersten, zweiten u. s. w. halben Stunde absorbirte, bezeichnen.

Wenn wir die in Tabelle III und IV für jede Probe in Zahlen ausgedrückten hygroskopischen Wassermengen auf 1000 Theile trockenes Zeug addiren, so erhalten wir für den Zeitraum von 3½ Stunden Befeuchtung der Flanellproben folgende Mengen von hygroskopischem Wasser auf 1000 Theile:

ungefärbter Flanell	134,8
schwarzer »	146,7
rother »	128,3
gelber »	129,6
grüner »	134,5
blauer »	129,7

Und für den Zeitraum von 2 Stunden Befeuchtung der Shirtingproben folgende Mengen von hygroskopischem Wasser auf 1000 Theile:

ungefärbten Shirting	86,7
schwarzen »	81,9
rothen »	83,7
gelben »	86,8
grünen »	89,9
blauen »	84,1

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, dass in den Versuchen mit Flanell die grösste Differenz in Hygroskopicität einerseits, zwischen dem schwarzen und dem ungefärbten Flanell existirt, und zwar übertrifft der erstere den letzteren um 11,9, und andererseits zwischen dem rothen und dem ungefärbten Flanell, wobei der letztere den ersteren um 6,5 auf 1000 Theile trockenes Zeug

übertrifft. In den Versuchen mit Shirting sind die Differenzen noch geringer und zwar fällt hier der grösste Unterschied seitens des Plus zwischen die grüne und die ungefärbte Probe = 32 und seitens des Minus zwischen die ungefärbte und schwarze = 4,8 auf 1000 Theile trockenes Zeug. Diese Zahlen sind zu gering, als dass man aus denselben von einer grösseren oder geringeren Hygroskopicität der gefärbten Zeuge im Vergleich mit den ungefärbten schliessen könnte. — Die erhaltenen Differenzen sind am wahrscheinlichsten sowohl durch die unzweifelhafte Verschiedenheit der Proben selbst — ungleiche Dicke der Fäden, ungleiche Torsion derselben u. s. w. — als auch durch die ungenügende Exactität der Versuchsmethode, welche vor kleinern Fehlern nicht schützt, zu erklären; die Summe der letzteren kann aber schon diejenigen Differenzen verursachen, welche wir erhalten haben.

Wenn wir die in den Tabellen III und IV angeführten höchsten und niedrigsten Zahlen vergleichen, welche für jede halbe Stunde das Procent des hygroskopischen Wassers bezeichnen, das die Proben während der ganzen Zeitdauer absorbirt hatten, so finden wir, dass die Flanellproben

während der ersten ½ Stunde 45,5—47,1 % der sämmtlichen Wasser-
» » zweiten » 20,1—21,4 menge absorbirten
» » dritten » 11,6—13,4
» » vierten » 7,9— 9,0
» » fünften » 5,5— 6,3
» » sechsten » 3,7— 4,2
» » siebenten » 2,3— 2,7

Die Shirtingproben absorbirten

während der ersten ½ Stunde 77,3—80,2 %
» » zweiten » 11,1—12,8
» » dritten » 6,2— 7,2
» » vierten » 1,9— 2,7

Hieraus ist zu ersehen, dass auch die Schnelligkeit der Absorption des hygroskopischen Wassers dieselbe ist sowohl für die ungefärbten, als auch für die gefärbten Proben, mit anderen Worten, dass die Farbe der Zeuge keinen Einfluss auf

die Schnelligkeit der Absorption von hygroskopischem Wasser ausübt.

Nach den Resultaten, welche in Tabelle III und IV angegeben, hielt ich mich für berechtigt, keine so ausführliche Versuche mit der Leinwand vorzunehmen, wie ich sie mit Flanell und Shirting vorgenommen, und dies um so mehr, da ja die Zusammensetzung des Farbstoffes für Leinwand und Shirting dieselbe war und selbst die Färbung genannter Zeuge, nach der Angabe der Färberei zusammen ausgeführt war. Daher bestanden meine Versuche mit der Leinwand darin, dass Proben von ververschiedener Farbe, welche ebenso wie die Flanell- und Shirtingproben angefertigt waren, 2 ½ Stunden lang im Trockenschrank bei 100—102 ° C. getrocknet, dann sammt den Büchsen gewogen, aus denselben herausgenommen und zur Befeuchtung 2 Stunden lang im Brutapparat gelassen wurden; darauf wurden sie aufs neue in die Büchsen geschlossen und gewogen. Die gewonnenen Resultate sind in Tabelle V angeführt.

Tabelle V.

Leinwand	Gewicht der trockenen Proben in Grm.	Die Probe hat hygroskopisches Wasser angenommen in Grm.	Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges
Ungefärbte	2,7124	0,2188	80,7
Schwarze	3,5544	0,2846	80,1
Rothe	3,0738	0,2402	78,1
Gelbe	3,0422	0,2346	77,1
Grüne	2,9552	0,2192	76,8
Blaue	2,9418	0,2432	82,7

Die Tabelle zeigt an, dass die grösste Differenz der Hygroskopicität einerseits zwischen die blaue und ungefärbte Probe fällt, und zwar so, dass die erstere die letztere um 2,0 übertrifft, andererseits zwischen die ungefärbte und die grüne, wobei die erstere die letztere um 3,9 auf 1000 Theile trockenes Zeug übertrifft. Folglich ist auch aus diesen Versuchen mit der Leinwand zu schliessen, dass die Hygroskopicität der Zeuge

unter dem Einfluss der Farbe derselben keine Veränderung erleidet.

Am Schluss dieser Versuchsreihe finde ich es geboten auf einige Resultate meiner Untersuchungen hinzuweisen, welche die Folgerungen Dr. Linroth's bestätigen. Bei meinen Versuchen fand ich, dass ungefärbte Leinwand, nachdem dieselbe 2 Stunden lang in einem von Wasserdämpfen gesättigten Raum gewesen war, 80,7 hygroskopisches Wasser auf 1000 Theile trockenes Zeug absorbierte (siehe Tab. V); ungefärbter Shirting absorbierte unter denselben Bedingungen und während derselben Zeitdauer 86,7 auf 1000 Theile trockenes Zeug (Tab. IV) und ungefärbter Flanell 118,5 (Tab. III). Wenn man die von der Leinwand absorbirte Feuchtigkeit für 1 annimmt, so erhält man für den Shirting und den Flanell die entsprechenden Grössen 1,07 und 1,47. Diese Zahlen sind fast dieselben, welche Dr. Linroth bei seinen Versuchen erhalten hatte. In seiner Tabelle [1]) heisst es: Wenn man die von der Leinwand absorbirte Wassermenge für 1 annimmt, so absorbirt der Shirting ceteris paribus 1,04 und der Flanell 1,61 auf 1000 Theile trockenes Zeug.

Die Schnelligkeit, mit welcher das hygroskopische Wasser von den Zeugen absorbirt wird, ist nach den Versuchen Dr. Linroth's nicht in allen Zeiträumen eine und dieselbe; während der ersten 10 Minuten ist diese Schnelligkeit am grössten und zwar 22—50 % der Gesammtmenge hygroskopischen Wassers, das von den Zeugen absorbirt werden kann, werden während dieser Zeitdauer absorbirt. Im Verlauf von 30 Minuten werden 62—68 % absorbirt; darauf wird die Absorption langsamer und nach Verlauf von 2 ½ Stunden geht dieselbe schon sehr langsam vor sich.

Stellen wir jetzt die von Dr. Linroth in dessen Tabelle [2]) über die Absorptionsschnelligkeit angegebenen Zahlen, welche das Procent der sämmtlichen hygroskopischen Wassermenge bezeichnen, das von dem Shirting während jeder der ersten vier halben Stunden absorbirt worden, mit den von mir erhaltenen Zahlen zusammen, so sehen wir:

1) a. a. O. S. 195.
2) a. a. O. S. 197.

Der Shirting absorbirte hygroskopisches Wasser	Nach den Angaben Linroth's	Nach den von mir erhaltenen Resultaten
während der ersten halben Stunde Befeuchtung	64 %	80,2 %
» » zweiten » » »	9	11,2
» » dritten » »	4	6,2
» » vierten » » »	2	2,5

Von den angeführten Zahlen können die entsprechenden nicht unmittelbar verglichen werden, weil in meinen Versuchen die Zeuge nicht zur vollkommenen Wassersättigung, wie das in den Versuchen Dr. Linroth's der Fall gewesen ist, gebracht wurden; man kann aber die Verhältnisse der Procente der absorbirten Feuchtigkeit unter einander vergleichen, denn diese Verhältnisse müssen bei den von mir angeführten Zahlen constant bleiben auch für den Fall, wo die Proben zur vollkommenen Sättigung gebracht würden. Wir sehen alsdann, dass der ungefärbte Shirting nach Linroth während der ersten halben Stunde eine Menge hygroskopisches Wasser absorbirte, die der zweiten halben Stunde 7,1 mal, die der dritten halben Stunde 16 mal und die der vierten halben Stunde 32 mal übertrifft; aus meinen Zahlen ergibt sich, dass der ungefärbte Shirting während der ersten ½ Stunde 7,2 mal mehr hygroskopisches Wasser absorbirte als während der zweiten, 12,9 mal mehr als während der dritten und 32 mal mehr als während der vierten. Also werden die Angaben Linroth's für die Absorptionsschnelligkeit des hygroskopischen Wassers vollkommen für Shirting durch meine Versuche bestätigt. Die entsprechenden Zahlen für Flanell stehen etwas mehr von den von Dr. Linroth erhaltenen ab; nichtsdestoweniger erfolgt auch aus meinen Versuchen, dass das Absorptionsmaximum während der ersten 30 Minuten stattfindet, und dass die Absorptionsschnelligkeit dann abnimmt und immer langsamer vor sich geht.

Um den Einfluss der Farbe auf die Verdunstung des Capillarwassers zu erforschen, benutzte ich dasselbe Material, welches ebenso vorbereitet wurde, wie bei den Versuchen über die Hygroskopicität. Die Untersuchungsmethode selbst bestand darin, dass die zu untersuchenden Proben mit destillirtem Wasser bis zu völliger Sättigung benetzt wurden, darauf wurden sie so lange

Tabelle VI.

Laufende Nummer	Zeitdauer des Austrocknens der Proben nach Minuten	Temperatur der Zimmerluft nach C.	Absolute Feuchtigkeit	Relative Feuchtigkeit	Ungefärbt. Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,1322 g Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 4,4818 g			Schwarzer Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,1590 g Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 5,2038 g			Rother Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,4730 g Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 4,7820 g			Gelber Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,0340 g Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 4,2214 g			Grüner Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,1152 g Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 4,6014 g			Blauer Flanell Gewicht der trockenen Probe = 4,1044 g Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 4,3724 g		
					Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug	% der ganzen verdunsteten Wassermenge	Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug	% der ganzen verdunsteten Wassermenge	Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug	% der ganzen verdunsteten Wassermenge	Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug	% der ganzen verdunsteten Wassermenge	Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug	% der ganzen verdunsteten Wassermenge	Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Auf 1000 Theile trockenes Zeug	% der ganzen verdunsteten Wassermenge
1	30	22,3	9,02	56,09	0,4770	115,4	12,1	0,4860	116,9	10,7	0,4472	100,0	10,8	0,4452	110,4	11,9	0,4948	120,2	12,3	0,4796	116,9	12,5
2	30	21,9	8,78	56,25	0,4648	112,5	11,8	0,4760	114,5	10,5	0,4424	98,9	10,7	0,4240	105,1	11,4	0,4734	115,0	11,7	0,4686	114,2	12,3
3	30	22,0	8,71	55,53	0,4886	118,2	12,4	0,5200	125,0	11,4	0,4940	110,4	11,9	0,4492	111,4	12,1	0,4930	119,8	12,2	0,4842	118,0	12,7
4	30	23,1	8,75	54,00	0,5276	127,7	13,4	0,5568	133,9	12,2	0,5018	112,2	12,1	0,4764	118,1	12,8	0,5162	125,4	12,8	0,5188	126,4	13,6
5	30	23,2	8,62	53,69	0,5756	139,3	14,6	0,6310	151,7	13,9	0,5380	120,3	13,0	0,5298	131,3	14,2	0,5292	128,6	13,1	0,6080	148,1	15,9
6	30	23,0	8,19	52,89	0,5138	124,3	13,0	0,6030	145,0	13,2	0,6190	138,4	14,9	0,4700	116,5	12,6	0,4980	121,0	12,3	0,5096	124,2	13,3
7	30	22,2	7,83	53,42	0,3852	93,2	9,8	0,4632	111,4	10,2	0,4484	100,2	10,8	0,3918	97,1	10,5	0,4660	113,2	11,5	0,3600	87,7	9,4
8	30	20,9	7,06	53,65	0,2560	62,0	6,5	0,4328	104,1	9,5	0,3156	70,6	7,6	0,2532	62,8	6,8	0,2896	70,4	7,2	0,2244	54,7	5,9
9	30	20,8	6,13	51,34	0,1774	42,9	4,5	0,2764	66,5	6,1	0,2386	53,3	5,7	0,1986	49,2	5,3	0,1886	45,8	4,7	0,1228	29,9	3,2
10	30	20,8	6,01	50,67	0,0760	18,4	1,9	0,1086	26,1	2,4	0,1084	24,2	2,6	0,0890	22,1	2,4	0,0882	21,4	2,2	0,0458	11,2	1,2

mit den Händen ausgedrückt, bis sich kein Tropfen mehr auspressen liess; in diesem Zustande der Sättigung wurden die Proben in die Büchsen eingeschlossen, mit den Deckeln zugedeckt und gewogen; hierauf wurden die Proben zum Trocknen inmitten des Laboratoriums und zwar an solcher Stelle aufgehängt, wo es weder Sonnenstrahlen noch Wind gab; nach Verlauf von je 30 Minuten wurden die Proben aufs neue in die Büchsen eingeschlossen und gewogen. Die Resultate sind in den Tabellen VI, VII und VIII angeführt.

Tabelle VII.

Laufende Nummer	Zeitdauer des Trocknens in Minuten	Temperatur der Laboratoriumsluft nach C.	Ungefärbter Shirting Gewicht der trockenen Probe in Grm. = 2,2694; Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 1,5646 g			Schwarzer Shirting Gewicht der trockenen Probe in Grm. = 2,5890; Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 1,7156 g		
			Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Die Probe hat Wasser verdunstet Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges	% der ganzen verdunsteten Wassermenge	Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Die Probe hat Wasser verdunstet Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges	% der ganzen verdunsteten Wassermenge
1	30	23,2	0,7094	312,6	52,6	0,7398	285,7	49,6
2	30	22,6	0,4280	188,6	31,7	0,4812	185,9	32,3
3	30	22,9	0,2116	93,2	15,7	0,2704	104,4	18,1

Tabelle VIII.

Laufende Nummer	Zeitdauer des Trocknens in Minuten	Temperatur der Laboratoriumsluft nach C.	Ungefärbte Leinwand Gewicht der trockenen Probe in Grm. = 3,0160; Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 2,2600 g			Schwarze Leinwand Gewicht der trockenen Probe in Grm. = 3,5936; Gewicht des zurückgehaltenen Wassers = 2,4200 g		
			Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Die Probe hat Wasser verdunstet Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges	% der ganzen verdunsteten Wassermenge	Die Probe hat Wasser verdunstet in Grm.	Die Probe hat Wasser verdunstet Auf 1000 Theile des trockenen Zeuges	% der ganzen verdunsteten Wassermenge
1	30	23,2	0,7216	239,3	43,8	0,7400	205,9	41,5
2	30	22,6	0,5258	174,3	31,9	0,5560	154,9	31,2
3	30	22,9	0,4002	132,7	24,3	0,4880	135,8	27,4

Wenn man nach diesen Tabellen das Procent des zurückgehaltenen Wassers, welches von jeder Probe während der ganzen Zeit des Trocknens verdunstet wurde, berechnet, so erhält man folgende Zahlen:

für ungefärbten Flanell	87,96 %
» schwarzen »	87,51
» rothen »	87,06
» gelben »	88,29
» grünen »	87,73
» blauen »	87,41
für ungefärbten Shirting . . .	86,22
» schwarzen » . . .	86,93
für ungefärbte Leinwand . . .	72,90
» schwarze » . . .	73,72

Hieraus ist zu ersehen, dass die gefärbten Proben, indem sie im Schatten trockneten, dasselbe Procent des von ihnen zurückgehaltenen Wassers, wie auch die ungefärbten, verloren, mit anderen Worten, *die Farbe der Zeuge bleibt ohne Einfluss auf die Wassermenge, welche von denselben verdunstet.*

Wenn wir in den oben angeführten 3 Tabellen die Zahlen, welche das Procent des ganzen verdunsteten Wassers für die ungefärbten und die schwarzen Proben angeben, mit einander vergleichen, so sehen wir, dass die ungefärbten Proben schneller austrocknen als die schwarzen; das Austrocknen der letzteren scheint gleichmässiger zu geschehen. Da diese Erscheinung bei allen 3 Zeugen sich wiederholt, so ist es erlaubt anzunehmen, dass dieselbe keine zufällige ist, und dass die verwendete schwarze Farbe einen, wenn auch geringen Einfluss auf die Schnelligkeit der Verdunstung des Capillarwassers ausübt, indem dieselbe diesen Vorgang bei der schwarzen Probe gleichmässiger macht, als dies bei den ungefärbten der Fall ist.

Die Schnelligkeit der Verdunstung bei den Proben der anderen Farben nimmt beim Flanell die Mitte zwischen der ungefärbten und schwarzen Probe ein, wobei es sich ergibt (Tab. VI), dass die rothe Probe sich nach der Art der Verdunstung

der schwarzen nähert, die grüne und die blaue hingegen der ungefärbten Probe am nächsten stehen; die gelbe Probe bildet die Uebergangsstufe zwischen diesen beiden Arten. Die angezeigte Erscheinung steht, wie es scheint, mit der Permeabilität der gefärbten Zeuge für die Luft im Zusammenhang, wovon später die Rede sein wird. — Dass verschiedene Zeuge, je nach ihrer Abkunft, mit verschiedener Schnelligkeit trocknen, ist allgemein bekannt und bedarf daher keiner näheren Erörterung.

Man hat mehrmals darauf hingewiesen, dass Zeuge aus verschiedenartigem Material eine ungleiche Fähigkeit besitzen, das Capillarwasser in sich zurückzuhalten. Professor Pettenkofer's Untersuchungen haben gezeigt, dass vollkommen nasser Flanell beim Ausdrücken mit den Händen eine Wassermenge von 913, und Leinwand bei denselben Bedingungen eine Wassermenge von 740 ‰ des Gewichts der trockenen Zeuge zurückhalten; Dr. Linroth hat bei seinen Versuchen, wie er sagt, schwankende Resultate erhalten: bei kräftigem Auspressen mit den Händen hielt Wollenzeug eine Wassermenge von 912 und Leinwand eine Wassermenge von 696 ‰ des Gewichts des trockenen Zeuges zurück; kam aber eine geringere Kraft in Anwendung, so wurden folgende Zahlen erhalten [1]:

	Das Gewicht des wasserfreien Zeuges	Das zurückgehaltene Wasser in Grm.	‰ des Trockengewichts des Zeuges
Flanell	2,7500	4,0810	1484
Seide	1,2075	1,3175	1091
Leinwand	3,3045	2,6835	812
Baumwollenes Zeug (Shirting)	2,1222	1,7486	824

Die von mir für die ungefärbten Proben (siehe Tab. VI, VII und VIII) erhaltenen Zahlen sind folgende:

	Das Gewicht der ausgetrockneten Proben	Das zurückgehaltene Wasser in Grm.	‰ des Trockengewichts des Zeuges
Flanell	4,1322	4,4818	1084,6
Shirting	2,2694	1,5646	689,4
Leinwand	3,0160	2,2600	749,3

Diese Proben wurden von einer fast gleichen Wassermenge angefeuchtet und darauf mit den Händen mit gleicher Kraft und

1) a. a. O. S. 201.

bei voller Anstrengung derselben ausgepresst, dessenungeachtet entspricht bei mir bloss die von der Leinwand zurückgehaltene Wassermenge der Zahl, welche für dieses Zeug von Professor Pettenkofer angegeben ist (740 ‰ nach Professor Pettenkofer und 749,6 ‰ bei meinen Versuchen); die Zahlen für die übrigen Zeuge entsprechen nicht denjenigen genannter Autoren. Weit davon entfernt Dr. Linroth's Angabe, dass angefeuchtete Zeuge um so weniger Capillarwasser zurückhalten, je stärker dieselben ausgepresst werden, zu bezweifeln, möchte ich doch die Vermuthung aussprechen, dass die Structur der Zeuge selbst, d. h. die verschiedene Dicke der Fäden, die verschiedene Torsion derselben u. s. w. bei sonst gleichen Bedingungen nicht ohne Einfluss auf die zurückgehaltene Wassermenge bleiben kann. Leider ist die Qualität der von Dr. Linroth verwendeten Zeuge nicht näher angegeben; im letzten Falle wäre es möglich, die von ihm und mir gewonnenen Zahlen mit einander zu vergleichen.

Die Versuche über den Einfluss der Farbe auf die Permeabilität der Zeuge für die Luft werden an demselben Material, von welchem oben die Rede war, angestellt; dieselben bestehen darin, dass durch das zum Experimente gewählte Zeug ein bestimmtes Volumen Luft — 12470 ^{ccm} in allen Versuchen — mittels des Bunsen'schen Saugers durchgelassen und die dazu erforderliche Zeitdauer bemerkt wurde; das durchgelassene Luftvolumen wurde mittels einer Gas-, die Zeitdauer mittels einer Secundenuhr bestimmt. Ein solches Verfahren fand ich bei meinen Versuchen bequemer, denn auf diese Weise konnte ich, während ich mit den Augen nur die Gasuhr beobachtete, mit der Hand sehr leicht die Secunduhr gehen oder stehen lassen, die Lage der Uhrzeiger wurde am Anfang und Ende jeden Versuches bemerkt. — Damit die Zeuge während der Versuche eine glatte Oberfläche behielten, ohne Falten und zugleich nicht gespannt wären, benutzte ich eine Büchse aus Messingblech von cylindrischer Form, deren Höhe 2,5 ^{cm} und deren Durchmesser 9,4 ^{cm} betrug; das eine Ende dieses Cylinders war verschlossen durch eine an dasselbe

fest angelöthete Platte aus Messingblech, welche in der Mitte ein kleines Rohr besass, mittels dessen der ganze Apparat mit der Gasuhr in Verbindung stand; das andere Ende des Cylinders hatte keinen Deckel; statt dessen war an die Ränder dieses Endes unter rechtem Winkel zu der Höhe des Cylinders eine ringförmige 2—3 cm breite Bleiplatte angelöthet, welche somit die obere Oeffnung des Cylinders in Form eines flachen Ringes umgab. Auf diesen wurde ein zweiter ganz eben solcher Ring aufgelegt; letzterer war nicht an die Büchse angelöthet; vermittels dreier Schrauben, welche in die für sie angemessenen Oeffnungen hineinpassten, konnten die Ringplatten sehr fest an einander geschraubt werden.

Die Befestigung des Zeuges wurde folgendermaassen vorgenommen: nachdem die obere Ringplatte abgenommen war, wurde das zu untersuchende Zeug über der Büchse auseinandergebreitet, die etwa vorhandenen Falten beseitigt, das Zeug selbst wurde dabei aber keineswegs gespannt; dann wurde die obere Ringplatte auf das ausgebreitete Zeug wieder aufgelegt und mittels der Schrauben an die untere Ringplatte fest angeschraubt. Auf diese Weise wurde das Zeug an den Rändern zwischen den zwei Bleiplatten fest eingeklemmt; die Stelle, wo die Platten sich gegenseitig berührten an der ganzen Peripherie, wurde sorgfältig mit Klebwachs zugekittet. Folglich betrug die Fläche des Zeuges, durch welche die Luft durchdringen konnte, 69,4 qcm.

Die innere Cavität des Cylinders, der einerseits durch die Messingblechplatte, andererseits durch das zwischen den Bleiplatten befestigte Zeug geschlossen war, stand mittels einer Seitenöffnung mit der Röhre eines Wassermanometers in Verbindung, welches gestattete, den Druck innerhalb der Büchse zu jeder Zeit des Versuches zu beobachten.

Während der Versuche wurde die Temperatur, die absolute und relative Feuchtigkeit der durchgelassenen Luft beobachtet, wie dies aus den unten angeführten Tabellen IX, X, XI, XII, XIII und XIV zu ersehen ist.

Die in diesen Tabellen angegebenen Druckhöhen sind keine willkürlichen, sondern die Zahlen entsprechen den grössten Druck-

höhen, die überhaupt bei der entsprechenden Probe zu erhalten waren.

Die Zahlen, welche die Zeitdauer angeben, während welcher die Luft durch die Zeuge durchgelassen wurde, entsprechen dem arithmetischen Mittel von 15 einzelnen Versuchen.

Tabelle IX.

Ungewaschene Leinwand	Temperatur nach C.	Absolute Feuchtigkeit	Relative Feuchtigkeit	Druck in mm des Wassermanometers	Zahl der ccm der durchgelassenen Luft	Zeitdauer des Versuches in Secunden
Ungefärbte	22,2	8,71	55,53	20	12470	84,2
Schwarze	18,0	7,21	46,88	5	12470	52,5
Rothe	18,0	7,21	46,88	5	12470	49,0
Gelbe	18,0	7,59	49,43	2	12470	55,8
Grüne	18,1	8,38	54,24	1	12470	66,8
Blaue	18,1	8,38	54,24	3	12470	49,3

Tabelle X.

Leinwand gut gewaschen in Wasser ohne Seife	Temperatur nach C.	Absolute Feuchtigkeit	Relative Feuchtigkeit	Druck in mm des Wassermanometers	Zahl der ccm der durchgelassenen Luft	Zeitdauer des Versuches in Secunden
Ungefärbte	18,1	8,38	62,63	1	12470	76,5
Schwarze	20,4	6,17	50,31	2	12470	128,8
Rothe	19,1	5,62	52,34	2	12470	74,5
Gelbe	18,9	3,88	47,51	2	12470	67,8
Grüne	18,8	4,17	48,17	2	12470	55,8
Blaue	18,8	4,17	48,17	2	12470	63,8

Tabelle XI.

Ungewaschener Shirting	Temperatur nach C.	Absolute Feuchtigkeit	Relative Feuchtigkeit	Druck in mm des Wassermanometers	Zahl der ccm der durchgelassenen Luft	Zeitdauer des Versuches in Secunden
Ungefärbter	16,3	5,45	39,49	10	12470	65,1
Schwarzer	18,2	6,95	44,69	5	12470	153,8
Rother	17,9	6,90	45,22	5	12470	104,1
Gelber	18,0	7,58	59,96	2	12470	186,5
Grüner	17,1	6,55	58,17	5	12470	68,7
Blauer	17,8	6,84	57,94	5	12470	87,6

Tabelle XII.

Shirting gut gewaschen in Wasser ohne Seife	Temperatur nach C.	Absolute Feuchtigkeit	Relative Feuchtigkeit	Druck in mm des Wassermanometers	Zahl der ccm der durchgelassenen Luft	Zeitdauer des Versuches in Secunden
Ungefärbter	18,1	8,88	62,63	5	12470	55,3
Schwarzer	19,1	4,38	48,75	10	12470	87,3
Rother	18,7	3,99	41,41	5	12470	104,8
Gelber	18,8	3,82	47,43	5	12470	84,5
Grüner	18,8	3,95	47,80	5	12470	70,3
Blauer	19,0	4,07	47,95	5	12470	81,5

Beim Blick auf diese Tabellen kann man nicht umhin sich zu fragen, woher denn dieser bedeutende Unterschied der Druckhöhe kommt, unter welcher die Luft die Zeuge passierte? Bei den Versuchen mit ungewaschener ungefärbter Leinwand z. B. war der Druck innerhalb der Büchse um 20^{mm} der Wassersäule geringer als der äussere Luftdruck, während bei den Versuchen mit grüner Leinwand dieser Unterschied bloss 1^{mm} betrug; bei den Versuchen mit ungewaschenem ungefärbten Shirting betrug die Differenz 10^{mm}, und mit gelbem Shirting 2^{mm}. Am wahrscheinlichsten ist dieser Umstand, wie ich glaube, dadurch zu erklären, dass die neuen ungewaschenen und ungefärbten Zeuge von einer fremdartigen Substanz bedeckt waren, mittels deren man bekanntlich den Zeugen Glanz gibt, während die gefärbten Zeuge durch die Färbung von dieser Substanz befreit wurden; was die Differenz des Druckes für die gefärbten Zeuge betrifft, so ist dieselbe durch die ungleiche Spannung der gefärbten Zeuge während des Trocknens derselben in der Färberei leicht zu erklären. Diese Vermuthung wird sofort bestätigt, wenn wir die Versuche mit gewaschenen, oder richtiger in Wasser durchnässten und nachher ohne irgend welche Spannung ausgetrockneten Zeugen ins Auge fassen (siehe Tab. X und XII). Aus diesen Tabellen ist zu ersehen, dass die Druckhöhen fast für alle Versuche mit gewaschener Leinwand einerseits, und fast für alle Versuche mit gewaschenem Shirting andererseits dieselben sind. Eine Ausnahme bilden nur ungefärbte Leinwand und schwarzer Shirting: bei den Versuchen mit der ersteren war der Druck = 1^{mm}, d. h. genau zweimal

geringer, als bei den Versuchen mit den übrigen Leinwandproben; dem letzteren, d. h. dem schwarzen Shirting, entsprach eine Druckhöhe von 10^{mm}, eine Zahl die die der übrigen Shirtingproben um das Zweifache übertrifft.

Um die Zahlen, welche in den Versuchen mit ungefärbter Leinwand und schwarzem Shirting gewonnen waren, utilisiren zu können, war es nothwendig sich davon zu überzeugen, dass das durch die Zeuge passirende Luftquantum in geradem Verhältniss zum Druck steht, unter welchem die Luft durch die Zeuge durchgelassen wird. Zu diesen Zweck wurde nun die Luft unter verschiedener Druckhöhe durch neue ungefärbte Leinwand- und Shirtingproben durchgelassen, da diese Zeuge die grösste Druckdifferenz bei den Versuchen gestatteten.

Die Resultate dieser Versuche sind in Tab. XIII und XIV angeführt.

Tabelle XIII.

Ungewaschene Leinwand	Temperatur nach C.	Absolute Feuchtigkeit	Relative Feuchtigkeit	Druck in mm des Wassermanometers	Zahl der ccm der durchgelassenen Luft	Zeitdauer des Versuches in Secunden
Ungefärbte	22,2	8,71	55,53	20	12470	84,2
Ungefärbte	23,2	8,65	40,92	10	12470	167,1
Ungefärbte	23,1	8,75	54,00	5	12470	337,4

Tabelle XIV.

Ungewaschener Shirting	Temperatur nach C.	Absolute Feuchtigkeit	Relative Feuchtigkeit	Druck in mm des Wassermanometers	Zahl der ccm der durchgelassenen Luft	Zeitdauer des Versuches in Secunden
Ungefärbter	16,3	5,45	39,49	10	12470	65,1
Ungefärbter	16,9	6,43	58,06	5	12470	131,3

Diese Tabellen zeigen, dass, während der Druck um das Zweifache, Vierfache verringert wird, die Zeitdauer, welche zum Durchdringen desselben Luftquantums nöthig ist, um das Zweifache, Vierfache grösser wird, mit anderen Worten, die

Permeabilität der Zeuge für die Luft steht in geradem Verhältniss zu dem Druck, unter welchem die Luft durch die Zeuge passirt.

In Folge dessen kann man den Tabellen X und XII eine andere Gestalt geben, man kann nämlich berechnen, welches Luftquantum durch eine Fläche von 1 ^{qcm} während 1 Minute bei dem Druck von 45 ^{mm} der Wassersäule passirt. Die Zahlen, welche dabei erhalten sind, finden sich in folgender Tab. XV.

Tabelle XV.

Die Fläche des ungewaschenen Zeuges = 1 ^{qcm}	Temperatur nach C.	Absolute Feuchtigkeit	Relative Feuchtigkeit	Druck in mm des Wassermanometers	Durchgesaugte Luftmenge	Zeitdauer des Versuches in Secunden
Ungefärbte Leinwand	18,1	8,38	62,63	45	6341,8	60
Schwarze Leinwand	20,4	6,17	50,31	45	1883,3	60
Rothe Leinwand	19,1	5,62	52,34	45	3256,0	60
Gelbe Leinwand	18,9	3,88	47,51	45	3577,8	60
Grüne Leinwand	18,8	4,17	48,17	45	4347,2	60
Blaue Leinwand	18,8	4,17	48,17	45	3802,1	60
Ungewaschener Shirting	18,1	8,38	62,63	45	1754,6	60
Schwarzer Shirting	19,1	4,38	48,75	45	555,7	60
Rother Shirting	18,7	3,99	41,41	45	925,8	60
Gelber Shirting	18,8	3,82	47,43	45	1148,3	60
Grüner Shirting	18,8	3,95	47,80	45	1380,2	60
Blauer Shirting	19,0	4,07	47,95	45	1190,5	60

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass die ungefärbten Leinwand- und Shirtingproben den höchsten, die schwarzen den geringsten Permeabilitätsgrad für die Luft besitzen; die Proben der anderen Farben dieser beiden Zeuge nehmen nach ihrer Permeabilität für die Luft die Mitte zwischen der ungefärbten und schwarzen Probe ein.

Bezeichnen wir das durch die ungefärbten Proben passirte Luftquantum durch 1, so erhalten wir für die Proben der übrigen Farben folgende Grössen:

Während durch ungefärbte gewaschene Leinwand 1 Luftquantum passirt		Während durch ungefärbten gewaschenen Shirting 1 Luftquantum passirt	
passirt durch schwarze Leinwand	0,30	passirt durch schwarzen Shirting	0,32
» » rothe »	0,51	» » rothen »	0,53
» » gelbe »	0,56	» gelben	0,65
» » grüne	0,69	» grünen »	0,79
» » blaue »	0,60	» » blauen »	0,68

Hieraus ist es klar, dass die schwarzen Proben 3 mal weniger permeabel für die Luft sind als die ungefärbten, die rothen fast um die Hälfte, die gelben etwas mehr als um die Hälfte; die blauen und grünen Proben hingegen stehen den ungefärbten am nächsten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die ungleiche Schnelligkeit, mit welcher das Capillarwasser von den gefärbten und ungefärbten Zeugen verdunstet wird, von der ungleichen Permeabilität der Zeuge für die Luft abhängt. Es ist schon oben erwähnt worden, dass die blauen nnd grünen Proben nach der Art, wie sie das Capillarwasser verdunsten, den ungefärbten Proben am nächsten stehen; die rothen hingegen nähern sich mehr den schwarzen, bei welchen die Verdunstung des Wassers gleichmässiger als bei den ungefärbten Proben stattfindet.

Wovon die geringere Permeabilität für die Luft der gefärbten Zeuge im Vergleich mit den ungefärbten abhängt, habe ich bis jetzt noch keine Möglichkeit zu erklären. Man kann bloss die Vermuthung aussprechen, dass ausser dem Farbstoffe auch der Process der Färbung, wovon die Färberei nichts mitgetheilt hat, keine geringe Rolle darin spielt. Daher wäre es interessant, meine Resultate bei anderer Zusammensetzung der Farbstoffe und bei Färbung der Zeuge in anderen Färbereien zu controliren.

Es sind folgende Schlüsse aus meinen Versuchen zu ziehen:

1. Die Farbe der Zeuge hat keinen Einfluss weder auf die Menge des hygroskopischen Wassers, welches von den Zeugen absorbirt wird, noch auf die Schnelligkeit der Absorption.
2. Der Grad der Verdunstung des Capillarwassers ist bei den gefärbten und ungefärbten Zeugen derselbe, aber die Verdunstung selbst geht bei den ungefärbten Zeugen nicht so gleichmässig wie bei den gefärbten vor sich.
3. Die Farbe ist von bedeutendem Einfluss auf die Permeabilität der Zeuge für die Luft.

Spectroskopisch-hygienische Studien.

Von

Prof. **Dr. J. Uffelmann**
in Rostock.

(Aus dem hygienischen Institute.)

(Mit Taf. III.)

Der Verwendung des Spectroskopes zur Untersuchung hygienisch bzw. sanitätspolizeilich wichtiger Objecte steht zweifellos noch ein sehr weites Feld offen. Dieses Hilfsmittel vermag uns ja nicht bloss bedeutsame Anhaltspunkte für die anderweitige Prüfung solcher Objecte zu liefern, dieselbe in wirksamer Weise zu fördern und zu controliren, sondern ist auch geeignet, Aufklärung in zahlreichen Fällen zu geben, in welchen die mikroskopische und chemische Analyse entweder vollständig im Stiche lassen oder doch ungenügende Resultate bieten. Eine solche Hochschätzung des Spectroskopes, wie sie hier vertreten wird, contrastirt allerdings mit der Meinung sehr vieler Forscher, welche ihm im Allgemeinen nur einen untergeordneten Werth für unsere Zwecke zusprechen. Finden wir doch beispielsweise in dem trefflichen Flügge'schen Lehrbuche der hygienischen Untersuchungsmethoden nur einzelne wenige Hinweise auf die Spectralanalyse, in den meisten Handbüchern der Hygiene sogar lediglich diejenige auf die spectroskopische Kohlenoxydprobe. Aber ich hoffe, dass die nachfolgende Darstellung den hohen Nutzen des genannten Hilfsmittels auch denjenigen beweisen wird, welche ihn selbst noch nach dem Erscheinen von Vogel's praktischer Spectralanalyse bezweifeln zu müssen glauben.

Besonders hohen Gewinn wirft die spectroskopische Prüfung zahlreicher Nahrungs- und Genussmittel ab, indem sie über die

Echtheit derselben, sowie über die Natur gewisser, quantitativ oft ganz geringfügiger und chemisch kaum nachweisbarer Verunreinigungen bzw. Beimengungen rasche, entscheidende Auskunft zu ertheilen vermag. Deshalb werde ich zunächst mit diesen Objecten mich beschäftigen.

Zur Untersuchung bediente ich mich, wie ich hier vorausschicken will, vorzugsweise des Taschenspectroskopes von Schmidt-Hänsch, welches, an sich vortrefflich, gerade für diese Zwecke sich besonders eignet. Es lässt die Hauptlinien bei richtiger Einstellung und angemessener Spaltöffnung ungemein scharf hervortreten und gestattet eine sehr rasche Orientirung. Kein anderes Instrument hat sich mir in gleichem Grade bewährt. Wo es um genaue Bestimmung der Grenzen einer Absorption ankam, habe ich mich des Kirchhoff'schen Spectroskopes mit Millimeterscala bedient.

Die bei weitem meisten Untersuchungen mit dem Taschenspectroskop sind bei Tageslicht gemacht; nur bezüglich einzelner, weniger Feststellungen erwies sich Benutzung des Gaslichtes als zweckmässiger. Da in der Regel die Combination der spectroskopischen Prüfung mit der Farbenprüfung das Urtheil entscheidet, so musste allerdings darauf gehalten werden, dass die Untersuchungen der Regel nach bei Tageslicht geschahen.

Sehr sorgsam bin ich bemüht gewesen, die spectroskopischen Unterschiede stark und schwach concentrirter Lösungen zu notiren. Dies schien mir in hohem Maasse nöthig, weil Nichtbeachtung des bezeichneten Unterschiedes zu fehlerhaften Schlüssen führen kann und bereits geführt hat. Auch habe ich nicht minder sorgsam mich bemüht, den etwaigen Einfluss der Natur des Lösungsmittels (Wasser, Alkohol, Amylalkohol, Aether) auf das spectroskopische Verhalten eines Farbstoffs zu eruiren und dem Leser vorzuführen. Endlich ist auch auf die Temperatur der untersuchten Flüssigkeiten, auf die Zeit, welche seit dem Zusatze eines Reagens bis zur spectroskopischen Prüfung verstrich, und auf die Tiefe der betrachteten Schicht diejenige Rücksicht genommen, welche man nehmen muss, wenn man zu einem sicheren Resultate gelangen will. Ich bemerke dabei, dass, wo in nachfolgender Arbeit keine besondere

Notiz über die Tiefe der Schichte sich findet, eine solche von $1\frac{1}{2}$ cm zu verstehen ist.

Die Bezeichnung der Lage der Absorptionsbänder wurde nach den Hauptspectrallinien gemacht, so dass die Orientirung leicht sein wird. Mit »*d*« habe ich nach dem Vorgang Vogel's eine Linie benannt, welche zwischen *D* und *C*, etwas näher der letzteren Linie sich befindet, und welche für Untersuchungen, wie die nachfolgend beschriebenen, ausserordentlich häufig Anhaltspunkte bietet, dem Leser also bekannt sein muss. — Mit »rechts« ist die blaue, mit »links« die rothe Seite des Spectrums bezeichnet. Die Bruchzahlen ($\frac{1}{3}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{2}{3}$) bedeuten den ihrem Werthe entsprechenden Theil eines Spectralfeldes; z. B. $D\frac{1}{3}E$ bedeutet die Stelle des Feldes *DE*, welche von *D* ein Dritttheil desselben, von *E* zwei Dritttheile desselben entfernt ist und $E\frac{5}{8}D$ bedeutet die Stelle des Feldes *DE*, welche von *E* fünf Achttheile desselben, von *D* drei Achttheile desselben entfernt ist.

I. Die Untersuchung der Alkoholica auf Fuselöl.

Die Anwesenheit von Fuselöl in den Spirituosen ist bekanntlich von sehr hoher gesundheitlicher Bedeutung. Aus diesem Grunde hat man vielfach nach einfachen, leicht zu handhabenden Methoden des Nachweises auch kleiner Mengen sich umgesehen. Jedermann kennt die oft geübte Probe, welche darin besteht, dass man von dem zu untersuchenden Getränke einen halben Theelöffel voll in die Hohlhand giesst, verreibt und dann auf den Geruch achtet. Nach Otto soll man dem Branntwein das gleiche Volumen Aether zusetzen, schütteln, das Gemisch mit dem gleichen Volumen Wasser versetzen, die nun sich sammelnde Aetherschicht abheben, verdunsten lassen und den etwaigen Rückstand mit dem Geruchssinn prüfen. Bolley will, dass man 50 ccm des Branntweins mit 0,40 g Aetzkali schüttelt, bis dieses gelöst ist, dass man dann den Alkohol verdunsten lässt, den Rückstand mit Schwefelsäure versetzt und dann durch den Geruch prüft. Solche Proben dürfen als vollgenügend nicht angesehen werden; denn erstens kann der allerdings sehr charakteristische Geruch des Fuselöls verdeckt werden, und zweitens ist es überhaupt

misslich, bei Feststellung der Natur eines Körpers sich bloss auf den Geruchssinn zu verlassen.

Nach Marquardt (Berichte der deutschen chem. Ges. 1882 S. 1370 u. 1601) soll man den Branntwein mit Chloroform ausschütteln, letzteres verdunsten, den Rückstand mit SO_3 und Kaliumpermanganat behandeln, um etwaiges Fuselöl in Valeriansäure überzuführen. Auch diese Probe verlässt sich im Wesentlichen auf die Constatirung des charakteristischen Geruchs der genannten Säure, bedarf deshalb noch der Controle.

Man hat auch empfohlen, dem zu prüfenden Branntwein einige Tropfen Höllensteinlösung nebst etwas Ammoniak zuzusetzen; fuselölhaltiger Branntwein soll sehr bald gebräunt werden. Aber diese Bräunung tritt, wie Jeder sich leicht überzeugen kann, auch dann auf, wenn statt des Amylalkohols irgend ein ätherisches Oel sich vorfindet. Durch Jorisson ist vorgeschlagen worden, den Branntwein mit etwas Anilin und einigen Tropfen Salzsäure zu versetzen; bei Gegenwart von Amylalkohol trete alsbald rothe Färbung ein. Aber diese Methode ist falsch; sie zeigt nicht Amylalkohol, sondern Furfurol an, welches allerdings oftmals in jenem vorkommt.

Es ist nach allem diesem sehr erfreulich, dass wir mit Hilfe des Spectroskopes das Fuselöl in Spirituosen leicht und sicher auch dann nachweisen können, wenn dasselbe in sehr geringfügiger Menge anwesend ist. Insbesondere dürfte der fragliche Nachweis eine treffliche Ergänzung der Geruchsprobe sein.

Setzt man zu einem Tropfen eines wasserklaren, ungefärbten Amylalkohols 1,5 — 2,0 reine, concentrirte Schwefelsäure, so entsteht mattgelbe Färbung; diese letztere geht aber beim Erwärmen sehr rasch in ein gesättigtes Gelb, Goldgelb, weiterhin in Gelbroth und Rothbraun über. Das rasche Hervortreten der goldgelben Farbe sieht man besonders schön, wenn man den Tropfen Amylalkohol in einer weissen Porcellanschale mit 1,5 ccm Schwefelsäure übergoss und nun über einer Spiritusflamme vorsichtig erwärmte; man sieht dann das intensive Gelb an der Stelle erscheinen, an welcher vorhin der Tropfen Amyalalkohol sich befand. Erwärmt

man in einem Reagensglase und sieht man die goldgelbe Farbe zum Vorschein kommen, so ist es Zeit, mit der Erwärmung aufzuhören und rasch abzukühlen. Untersucht man dann mit dem Spectroskope, so findet man ein sehr deutliches Absorptionsband zwischen *G* und *F*, etwas näher der letzteren, als der ersteren Linie. Dasselbe ist dem Bande sehr ähnlich, welches Safran in amylalkoholischer Lösung erzeugt, ist ziemlich breit, indem es etwa den dritten Theil des zwischen *F* und *G* liegenden Feldes umfasst, und geht nach *G* zu in eine matte Verdunkelung über. Um es sicher zu erkennen, erscheint es an weniger hellen Tagen zweckmässig, den Spalt des Spectroskopes etwas mehr als gewöhnlich zu öffnen. — Sollte man in der Erwärmung zu weit gegangen sein und bereits röthlichgelbe Färbung erzielt haben, so findet man eine starke einseitige Absorption vom blauen Ende bis *b* und noch weiter; wenn man alsdann aber vorsichtig nach erfolgter Abkühlung so viel destillirtes Wasser zusetzt, bis wieder eine schwachgelbe Farbe entsteht und nunmehr spectroskopirt, so tritt das Band zwischen *G* und *F* sehr deutlich hervor, obschon die Flüssigkeit sich trübt.

Wer diese Vorprobe angestellt hat, wird mit Leichtigkeit das Fuselöl, welches ja zum grössten Theile Amylalkohol ist, in spirituösen Flüssigkeiten aufzufinden im Stande sein. Das beste Verfahren ist folgendes:

Man schüttle die zu untersuchende Flüssigkeit stark mit Aether, setze dann so viel Wasser zu, bis der Aether sich absondert, hebe die Aetherschicht ab und lasse verdunsten; den etwaigen Rückstand übergiesse man, nachdem man den Geruch feststellte, mit reiner, concentrirter Schwefelsäure, erwärme und nehme bei eintretender Gelbfärbung die spectroskopische Prüfung vor. War im Rückstande auch nur eine ganz geringfügige Menge Fuselöl (Amylalkohol), so wird man dasselbe auf diese Weise constatiren können; es genügt vollständig der 25. Theil eines Tropfens, ja noch weniger. Man vermag ganz sicher einen Fuselölgehalt von 0,03 % in einer spirituösen Flüssigkeit zu bestimmen. Mir ist wenigstens bis dahin keine andere im Branntwein vorkommende Substanz bekannt, welche gleiche spectroskopische Eigenschaften

nach Behandlung mit SO_3 darbietet. Ob aber dieselben dem Amylalkohol, oder einer etwa in demselben gelösten Substanz zukommen, kann ich vorläufig nicht sagen, bemerke nur noch, dass ich sehr häufig aus unzweifelhaft echtem Bordeaux-Rothwein mittels Aether ein Extract gewonnen habe, das beim Verdunsten einen eigenthümlich penetranten Weingeruch darbot, bei Behandlung mit SO_3 und Erwärmung aber dasselbe spectroskopische Verhalten zeigte, wie das oben geschilderte.

Leicht kann man übrigens noch einen Controlversuch anstellen. Man behandelt zunächst die auf Fuselöl zu untersuchende Flüssigkeit in der oben angegebenen Weise mit Aether. Zu dem Rückstande, welchen man nach Verdunstung des Aether in einer weissen Porcellanschale erhält, giesst man 2 Tropfen einer durch angemessenen Zusatz von 1 % Salzsäure grün gefärbten Methylviolettlösung, die soeben frisch bereitet war, und bewegt dann die Schale hin und her. War der Rückstand Amylalkohol, so zeigen sich schön blau gefärbte ölige Tropfen, welche sich mit der grünlichen Flüssigkeit nicht vermischen, auf ihr schwimmen. Schüttelt man noch ein wenig, so färben sich die öligen Tropfen immer intensiver blau, während die grünliche Flüssigkeit ihre Farbe mehr und mehr verliert. Dies Alles erklärt sich sehr leicht aus der Thatsache, dass Amylalkohol aus sauren, grünen Methylviolettlösungen veilchenblauen Farbstoff extrahirt. Will man sich im gegebenen Falle davon überzeugen, dass dieser thatsächlich Methylviolett ist, so betrachte man den oder die blauen Tropfen direct in der Porzellanschale mit dem Taschenspectroskop. Es gelingt sehr schön, wenn man dieselbe ein wenig dem Lichte zuwendet.

Ebenso kann man eine Fuchsinlösung anwenden, die man soeben durch Zusatz von etwas verdünnter (1 %) Salzsäure bis auf einen Schimmer von lila entfärbt hatte. Wird sie zu 2 Tropfen dem fraglichen Aetherrückstande zugesetzt, so färbt er sich, falls er Amylalkohol war, sofort schön roth, weil Amylalkohol auch aus frisch bereiteten, sauren Lösungen des Anilinroth noch rothen Farbstoff extrahirt. Es ist aber ganz dringend nöthig, dass man nur kleine Mengen der angesäuerten Farbstofflösung zusetzt, weil

sich der Amylalkohol etwas in Wasser löst. Unter Berücksichtigung dieser Cautelen gibt die beschriebene Controlprobe ein sicheres Resultat, auch wenn man nur 0,1 g Amylalkohol im Aether-Rückstande hat. Auch diese Probe ist sehr genau, da keine andere Flüssigkeit als Amylalkohol in der bezeichneten Weise auf Methylviolett und Fuchsin einwirkt.

Man kann auch den Versuch machen, durch directe spectroskopische Prüfung des Branntweins das Fuselöl aufzufinden. Zu dem Ende versetzt man 2 ccm des Branntweins mit 4 ccm einer concentrirten Schwefelsäure. Tritt schon alsbald Gelbfärbung ein, so kann dies ein Zeichen starken Fuselölgehaltes, allerdings auch eines geringen Furfurolgehaltes sind. Um hierüber ins Reine zu kommen, erhitzt man eine kurze Zeit und wird die Farbe dabei goldgelb, zeigt sich auch bei spectroskopischer Betrachtung ein Absorptionsband zwischen *G* und *F*, so darf man sein Urtheil dahin aussprechen, dass der Branntwein Fuselöl enthielt. — In der Regel stellt sich beim einfachen Mischen jener Substanzen keine Färbung ein. Um dann auf Fuselöl zu prüfen, erhitze man anhaltend zum Kochen und beobachte die Farbe. Wird sie zuerst gelb, dann goldgelb, so unterlasse man das Erhitzen, kühle sofort ab und untersuche mit dem Spectroskop, ob das mehrfach erwähnte Band sich findet. Trat beim anhaltenden Erhitzen rothgelbe oder rothbraune Farbe ein, so verdünne man nach dem Abkühlen mit etwas Wasser, bis die Farbe wieder mattgelb wird und spectroskopire dann.

Ist neben dem Amylalkohol Furfurol in dem Branntwein, wie dies gar nicht selten der Fall zu sein scheint, so ändert sich das spectroskopische Verhalten in etwas. Es ist dabei nicht völlig gleich, ob viel oder wenig Furfurol sich findet. Ich berücksichtige aber hier lediglich den letzteren Fall, weil ein grosser Gehalt an Furfurol sehr selten beobachtet wird.

Hat man Branntwein mit Aether extrahirt und ist in dem Aetherrückstande neben Fuselöl auch etwas Furfurol, so ruft ein Zusatz von reiner concentrirter Schwefelsäure sofort goldgelbe oder röthlichgelbe Färbung hervor. Untersucht man nun spectroskopisch, so findet man ein mehr oder weniger dunkles Absorp-

tionsband auf $b\frac{1}{2}F$ bis F, selbst über F und andererseits über $b\frac{1}{2}F$ hinaus bis b reichend. Erhitzt man die Flüssigkeit jetzt, so stellt sich dunklere Färbung ein und verdünnt man dann wieder mit Wasser bis zur mattgelben Farbe, so zeigt die spectroskopische Betrachtung zwei Absorptionsbänder, deren eins zwischen G und F liegt und von dem Gehalte an Amylalkohol herrührt, deren anderes aber zwischen b und F sich befindet und das Furfurolband ist.

Bekanntlich kann man die Anwesenheit von Furfurol in Amylalkohol auch durch die Anilinprobe erweisen. Setzt man zu einem furfurolhaltigen Amylalkohol eine Lösung von Anilin in verdünnter Salzsäure, so tritt schön rosarothe Farbe ein. Die rothe Flüssigkeit ruft dann ein dunkles Band hervor, welches von F bis $E\frac{1}{2}D$, nach starker Verdünnung von F bis E reicht.

2. Nachweis von Farbstoffen in Spirituosen. (Fig. 2.)

Es ist zwar richtig, dass die meisten der Färbemittel, welche man Liqueuren zusetzt, gesundheitlich keine Gefahr bedingen, und dass diejenigen derselben, welche gefährlich wirken können, der Regel nach in geringfügiger und deshalb unschädlicher Menge zugesetzt werden. Trotzdem kann es unter Umständen auch dem Hygieniker von Belang sein, die Natur der Färbemittel festzustellen, und dazu leistet uns bei einer Reihe desselben das Spectroskop wesentliche Dienste.

Das Fuchsin ist spectroskopisch auch dann ungemein leicht zu finden, wenn es in der geringsten Menge vorkommt[1]). Man füllt zu dem Zwecke einige Cubikcentimeter der zu prüfenden rothen Flüssigkeit in ein Reagensglas von $1^{1}/_{2}$ cm Weite und betrachtet dieselbe ohne Weiteres mit dem Spectroskope. Findet sich ein dunkles Absorptionsband etwa auf dem mittleren Dritttheil des Feldes zwischen D und E, so liegt der dringendste Verdacht vor, dass die Rothfärbung durch Fuchsin bedingt war.

Behuf des sicheren Nachweises stelle man folgende Proben an:

---

1) Ueber sein spectroskopisches Verhalten und seine chemischen Reactionen siehe Näheres im Kapitel »Wein«.

1. Man schüttele den Liqueur mit Aether, gebe Wasser zur Abscheidung des letzteren hinzu und betrachte die sich isolirende Aetherschicht. Ist sie roth und gibt sie ein Absorptionsband auf dem mittleren Dritttheil des Feldes DE, so war Fuchsin vorhanden. Dies wird bestätigt, wenn nach Verflüchtigung des Aethers und Aufnahme des Rückstandes mit Wasser letzteres roth erscheint und ein dunkles Band erzeugt, welches ein wenig näher nach E liegt als das dunkle Band der Aetherschicht, und wenn die rothe Flüssigkeit durch etwas 5 proc. Salzsäure zuerst violettroth, dann mattweinroth, dann blasslila, endlich ganz blass wird und, so lange sie röthlich ist, eine matte Absorption hart neben D nach $D\frac{1}{3}E$ hin hervorruft.

2. Man versetze den rothgefärbten Liqueur mit dem gleichen Volumen Wasser und schüttele dann mit Amylalkohol. War Fuchsin vorhanden, so färbt sich der letztere rubinroth und gibt dann ein dunkles Band neben D, diese Linie nicht ganz erreichend und nach links bis $D\frac{1}{3}E$ oder $D\frac{1}{2}E$ sich erstreckend, ja sogar noch einen Schatten bis zur Linie E werfend.

Wird die amylalkoholische Schicht nach dem Abheben mit concentrirter Salzsäure geschüttelt, so färbt sie sich, wenn Fuchsin die Färbung bedingte, zuerst bläulich, dann blaugrau, zuletzt blass und gibt, so lange sie bläulich erscheint, die erwähnte Absorption neben D nach $D\frac{1}{3}E$, doch viel matter als vor dem Säurezusatz, ausserdem aber noch einen weniger breiten Absorptionsstreif neben D nach d hin, der dem Bande der stark verdünnten Methylviolettlösung ähnlich ist.

Wird die amylalkoholische Schicht mit etwas Liq. Amm. caust. geschüttelt, so wird sie, wenn Fuchsin die Färbung bedingte, blassblau, dann blass und gibt nunmehr kein Absorptionsband.

Orseille färbt den Liqueur schönlila und gibt, wenn keine Säure oder Ammoniak zugegen, folgende zur leichten Erkennung dienende Absorptionsbänder 1) ein dunkles Band auf D bis nach $D\frac{1}{3}E$, als Schatten noch weiter reichend, dem Fuchsinbande ähnlich, das in der salzsauren amylalkoholischen Lösung erzeugt wird, 2) einen schmalen Absorptionsstreifen auf $D\frac{6}{8}$ bis $\frac{7}{8}E$ und 3) ein Band auf dem Felde F bis $F\frac{1}{2}b$.

Zusatz von Liq. Amm. caust. färbt pensee und lässt die beiden ersten Bänder bestehen, das dritte etwas matter werden; Zusatz von Salzsäure färbt mattlila und lässt eine allgemeine Verdunkelung des Feldes von D bis $F\frac{1}{2}G$, wo die einseitige Absorption vollständig wird, inmitten jener Verdunkelung aber das Feld b bis $E\frac{1}{8}D$ stärker beschattet erscheinen.

Aether zieht aus neutraler Orseillelösung mattkupferrothen, aus saurer intensivgelben, aus ammoniakalischer pensee Farbstoff; das kupferrothe Extract gibt kein Band, das gelbe gleichfalls nicht, das penseefarbige aber die beiden ad 1) und 2) besprochenen Bänder der Orseille.

Amylalkohol zieht aus neutraler Orseillelösung rubinrothen, aus saurer tiefbraunrothen, aus ammoniakalischer pensee Farbstoff; das rubinrothe Extract gibt alle 3 Bänder, aber mit starker Verdunkelung der Intervalle, das tiefbraunrothe gibt einen schmalen Streifen auf D nach $D\frac{1}{4}d$, ferner eine dunkle Absorption von b bis $E\frac{1}{4}D$ und eine andere Absorption von $b\frac{1}{2}F$ bis F, das ammoniakalische Extract aber gibt die beiden ersten Bänder der Orseillelösung.

Ob ein blaugefärbter Liqueur Indigocarmin enthält, erkennt man, wenn man einige Cubikcentimeter desselben in einem etwa 2^{cm} weiten Reagensglase spectroskopisch prüft. Dieser Farbstoff gibt in spirituöser Lösung ein mehr oder weniger dunkles Band, das von d bis D sich erstreckt und bei etwas stärkerer Concentration auch noch jenseits D bis nach $D\frac{1}{2}E$ oder weiter als matte Verdunkelung sich fortsetzt. Fügt man Ammoniak hinzu, so wird die Farbe grün und dann zeigt sich die Absorption trotz der Farbenänderung noch immer auf dD. Fügt man Chlorwasserstoffsäure hinzu, so bleibt die Farbe blau, auch das spectroskopische Verhalten ändert sich nicht; dagegen nimmt jetzt Amylalkohol reichlich blauen Farbstoff auf, den es aus der alkalischen Lösung nicht auszieht. Die amylalkoholische Lösung gibt gleichfalls ein Absorptionsband auf d nach D hin.

Dass die grüne Farbe eines Liqueurs durch Indigo und Safrantinctur erzeugt wurde, lässt sich auf folgende Weise feststellen: Man verdünnt die zu prüfende Flüssigkeit mit dem

gleichen Volum Wasser und schüttelt dann mit Amylalkohol aus. Wird letzterer dabei gelb gefärbt und zeigt er dann ein Band zwischen G und F, von $G\frac{7}{10}F$ bis $G\frac{9}{10}F$, so hat er absolut sicher Safran in sich aufgenommen. Wurde hinreichend geschüttelt, so dass der gesammte Safran in den Amylalkohol überging und blieb unterhalb der sich absondernden Schicht desselben eine blaue Flüssigkeit zurück, so muss diese isolirt und auf die Natur des Farbstoffs geprüft werden. Zeigt sich bei der spectroskopischen Betrachtung ein Absorptionsband von d bis D mit oder ohne Schatten jenseits D nach E hin, so ist die Färbung durch Indigocarmin bedingt. Dieser Schluss wird bestätigt, wenn Zusatz von Ammoniak und Zusatz von Chlorwasserstoffsäure zu der blauen Flüssigkeit die auf Seite 452 erwähnten Wirkungen ausüben.

Wurde zum Grünfärben Indigocarmin und Curcumafarbstoff benutzt, so erkennt man dies sehr leicht, nachdem man den Liqueur mit Aether schüttelte und dann soviel Wasser zusetzte, wie zur Abscheidung des letzteren nöthig war. Denn, wenn Curcuma benutzt war, erscheint der Aether gelblich; fügt man zu 1 ccm desselben ebensoviel concentrirte SO_3 hinzu, so färbt er sich starkkupfer- bis carmoisinroth, oder gar tief violettroth, und gibt dann eine einseitige Absorption vom blauen Ende bis nach F oder E, oder noch weiter, sowie ein Absorptionsband von d bis nach $D\frac{2}{3}E$. Die nach Abhebung des Aethers zurückbleibende Flüssigkeit ist, nachdem aller Curcumafarbstoff ausgezogen war, weiter zu prüfen. Erscheint sie blau, so muss nach den eben angegebenen Regeln auf Indigo untersucht werden.

Zum Gelbfärben wird nicht selten Pikrinsäure verwendet. Man weist diesen Zusatz auf folgende Weise nach: Die betreffende Flüssigkeit wird nach Zugabe von etwas Wasser und einigen Tropfen Salzsäure mit Amylalkohol geschüttelt. Wird derselbe gelb und die Flüssigkeit farblos, so spricht dies für Anwesenheit von Pikrinsäure. Ein anderes Quantum des zu prüfenden Liqueurs wird mit Aether stark geschüttelt und dann mit einem zur Abscheidung des letzteren hinreichenden Quantum Wasser versetzt. Erscheint der Aether, wenn auch nur schwach gelblich, so besteht der Verdacht auf Anwesenheit von Pikrinsäure. Man lässt ihn

nun verdunsten, nimmt den Rückstand mit Aq. dest. auf, setzt Schwefelammonium hinzu und erhitzt. Entsteht blutrothe Färbung, so war Pikrinsäure vorhanden, zumal wenn die Untersuchung dieser blutrothen Flüssigkeit eine einseitige Absorption von Blau bis fast nach D und von d bis zum rothen Ende zeigt.

War die Gelbfärbung durch Curcuma bedingt, so wird der Aether zwar ebenfalls gelblich gefärbt; aber der Zusatz von SO_3 ruft dann die oben erwähnte Reaction hervor, während ein gleicher Zusatz bei Vorhandensein von Pikrinsäure die gelbe Farbe abblassen macht. Auch wird der Rückstand einer ätherischen Curcumalösung durch alle Alkalien tiefbraun gefärbt.

Es könnte die Gelbfärbung des Aethers auch durch den Farbstoff von Blau- und Rothholz bedingt sein. Schüttelt man aber die betreffende ätherische Lösung mit ammoniakalischem Wasser, so wird dieses bei Anwesenheit von Blauholzfarbe violettroth und erzeugt eine Absorption neben D nach $D\frac{1}{2}E$, bei Anwesenheit von Rothholzfarbe wird es rubinroth und erzeugt eine Absorption neben E nach $E\frac{5}{8}D$.

Safran wird von Aether nicht aufgenommen.

Ueber den Nachweis des letztgenannten Farbstoffs, des Safran, brauche ich nicht näher mich auszulassen, weil schon oben von der Erkennung desselben in der grünen Mischung: Indigoblau und Safrantinctur, die Rede war. Es lässt sich Safran aus wässerigen, wie aus wässerig-spirituösen Lösungen leicht und vollständig durch Amylalkohol ausziehen, und dieses gibt dann das oben beschriebene, charakteristische Absorptionsband zwischen F und G.

3. Untersuchung von Branntwein auf Schwefelsäure und Salzsäure.

Um Branntwein schärfer schmeckend und perlend zu machen, fügt man ihm gar nicht selten Schwefel- oder Salzsäure hinzu. Zum Nachweise derselben kann man sehr wohl das Spectroskop anwenden, indem man prüft, ob und in welcher Weise das spectroskopische Verhalten einer hinzugesetzten Methylviolettlösung sich ändert. Auf das Detail dieser sicheren Probe gehe ich hier nicht ein; es wird weiter unten im Kapitel »Essig« genau auseinander-

gesetzt werden. Alles dort Gesagte ist auch auf die Untersuchung von Branntwein anwendbar; nur muss ich hier bemerken, dass letzterer vor dem Zusatze der Methylviolettlösung zunächst im Wasserbade von seinem Alkohol zu befreien ist, weil dieser die Einwirkung der Säure auf den Farbstoff sehr erheblich beeinträchtigt, wie noch an anderer Stelle besprochen werden wird. Man nimmt etwa 150,0 Branntwein, verjagt den Alkohol, setzt 12 ^{ccm} einer 0,005 proc. Lösung von Methylviolett hinzu und prüft nun mit dem Spectroskope, ob sich auf *d* der Absorptionsstreif zeigt, welcher eintritt, wenn eine unorganische Säure (Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure) auf jenen Farbstoff einwirkte. Ueber die Natur der unorganischen Säure vermag diese Probe allerdings nichts anzugeben. Ihrer Genauigkeit nach genügt sie völlig dem praktischen Zwecke. Siehe auch bezüglich dieses Punktes weiter unten Kapitel »Essig«.

4. Untersuchung von Wein, speciell von Rothwein. (Fig. 2—6.)

Eine ungemein bedeutsame Rolle spielt der Gebrauch des Spectroskopes bei der Feststellung der Echtheit bzw. Unechtheit des Weines, insbesondere des Rothweines. Es ist dies schon früher, vor allem von Sorby und Vogel, gebührend betont worden. Der Letztere hat in seiner Darstellung der »praktischen Spectralanalyse« den Weinfarbstoffen und Weinfärbemitteln zwei sehr beachtenswerthe Kapitel (S. 287—301) gewidmet, viele Anhaltspunkte gegeben, welche bei der Untersuchung des Weines von Belang sind, und gezeigt, in wie wesentlicher Weise das Spectroskop gerade bei dieser Untersuchung die chemische Analyse unterstützen kann. Trotzdem wird dieses Hilfsmittel bei Weinprüfungen sehr wenig verwerthet. Hoffentlich dient der erneute Hinweis auf den Nutzen desselben und die Hinzufügung weiterer Data in nachstehendem Kapitel dazu, den Gebrauch des Spectroskopes bei der Untersuchung von Wein als ungemein hilfreich, ja als unentbehrlich erscheinen zu lassen.

Es handelt sich, wie schon angedeutet, vorzugsweise um die Untersuchung von Rothwein. Will man über die Echtheit oder Unechtheit desselben ein Urtheil abgeben, so wird man natürlich

vor allem die Eigenschaften des echten Rothweines aufs Genaueste studiren müssen.

Echter, reiner Rothwein[1]) — ich habe hier insbesondere den Bordeauxwein im Auge — bietet folgende spectroskopische und chemische Kennzeichen dar (Fig. 3):

1. Unverdünnt löscht er in einer Schicht von 1^{cm} Tiefe das ganze Spectrum vom blauen Ende bis auf *d* oder gar auf *C* aus.

2. Mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt, löscht er in einer Schicht von 1^{cm} Tiefe dunkelblau ganz aus und ruft von *b* bis *D* eine matte Verdunkelung hervor, welche von *E* bis $E\frac{3}{8}D$ am stärksten auftritt, aber weder nach rechts noch nach links scharfe Abgrenzung zeigt.

3. Die ad 2 erwähnte Absorption in Grün und Gelbgrün wird dunkler und auch schärfer begrenzt durch Zusatz von mineralischen Säuren, besonders von Chlorwasserstoffsäure, durch welche der Wein auch eine hochrothe Farbe bekommt, selbst wenn nur wenige Tropfen der Säure zugefügt wurden.

4. Setzt man zu $\frac{1}{2}^{ccm}$ Rothwein 3^{ccm} reinstes Glycerin und 3^{ccm} absoluten Alkohol, so tritt nach kurzem Schütteln der Mischung fast vollständige Farblosigkeit ein. Es bleibt ein ganz schwach erkennbarer graubläulicher Schimmer. Lässt man auf diese Mischung langsam ein geringfügiges Quantum verdünnter (selbst schon einer nur ½ pro mille haltenden) Chlorwasserstoffsäure fliessen, so entsteht zunächst an der oberen Grenze der Mischung, da wo die Säure sich ansammelt, ein schön rosenroth gefärbter Ring, und falls man schüttelt, eine Rosafärbung der gesammten Flüssigkeit. Betrachtet man diese alsdann spectroskopisch bei genügender Tiefe, so findet man eine matte Absorption von *E* bis $E\frac{4}{8}$—$\frac{5}{8}D$. Der Contrast der Färbung ist noch stärker, wenn man zu $\frac{1}{2}^{ccm}$ Rothwein 3^{ccm} Alkohol und 3^{ccm} Aether

1) Der Rothwein, welchen ich zur Feststellung seiner spectroskopischen und chemischen Kennzeichen echten Weines benutzte, ist grösstentheils 1878er, aus Bordeaux bezogen und mir von einem befreundeten Herrn übermittelt, welcher direct an Ort und Stelle den Einkauf besorgt, selbst aber Weinkenner ersten Ranges ist. Ueber die thatsächliche Echtheit kann um so weniger Zweifel aufkommen, als alle von anderen Autoren dem echten Weine zugesprochenen, wesentlichen Merkzeichen dem von mir benutzten eigen sind.

hinzufügt und nach erfolgter Mischung mit etwas Chlorwasserstoffsäure versetzt. Diese Probe (4) ist ungemein werthvoll.

5. Unverdünnter Rothwein, mit Amylalkohol stark geschüttelt, gibt an diesen nicht viel schwach-weinrothen bis kupferrothen Farbstoff ab. Dies ändert sich jedoch, wenn der betreffende Wein zuvor mit Chlorwasserstoffsäure versetzt wurde. Dann färbt sich der Amylalkohol intensiv weinroth, fast fuchsinroth, während die weinige Flüssigkeit hochrosenroth, fast johannisbeerroth erscheint.

Die aus dem nicht angesäuerten Weine gewonnene amylalkoholische Schicht zeigt, spectroskopisch betrachtet, eine nicht sehr kräftige Absorption von b bis $E\frac{1}{4}D$ und eine noch schwächere von $E\frac{3}{8}D$ bis D mit trübem Intervall. Um sie zu erkennen, ist es nöthig, durch eine 3 bis 5^{cm} tiefe Schicht hindurchzublicken.

Chemische Agentien wirken, wie folgt, auf diese amylalkoholische Lösung: Ammoniak macht sie schmutzig und fahlfarben (hellaschfarben), ammoniakalisches Wasser, mit ihr geschüttelt, nimmt bräunlich-gelbliche Farbe an. — Kalkwasser, mit jener Lösung geschüttelt, wird gleichfalls gelblich. — Chlorwasserstoffsäure färbt sie augenblicklich intensiv rosenroth bis rubinroth und ruft die alsbald zu beschreibende Absorption zwischen D und E hervor.

Die aus einem mit Chlorwasserstoffsäure angesäuerten Rothwein gewonnene amylalkoholische Lösung erzeugt eine scharf begrenzte, mässig dunkle Absorption auf dem ganzen Felde von D bis E, die erstens viel intensiver und zweitens viel gleichmässiger ist als diejenige, welche von der soeben besprochenen amylalkoholischen Lösung (aus nicht angesäuertem Weine) hervorgerufen wird. Uebersättigung mit Ammoniak resp. Kalkwasser bewirkt dieselben Veränderungen, welche vorhin notirt sind.

Man kann den Rothwein mehrfach nach einander mit Amylalkohol ausziehen und wird neue Mengen des letzteren lange Zeit auch neue Mengen Farbstoff aufnehmen sehen. Ist dies nicht mehr der Fall, so bleibt eine noch immer stark weinroth gefärbte Flüssigkeit zurück. Diese letztere wird

a) durch 5proc. Bleiacetatlösung blaugrau,
b) durch concentrirte Kupfervitriollösung grau,
c) durch Mineralsäure rosenroth bis johannisbeerroth,
d) durch Ammoniak bräunlich.

6. Unverdünnter Rothwein, mit Aether anhaltend geschüttelt, gibt an diesen keinen Farbstoff ab, auch dann nicht, wenn zuvor mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert, oder wenn ihm ein Alkali zugesetzt wurde.

Wenn man aber das ätherische Extract bis auf einen kleinen Rest verflüchtigt und dann concentrirte, reine Schwefelsäure zufügt, so nimmt es gelbe Farbe an, welche bei mehrstündigem Stehen einen schwach röthlichen Schein zeigt. Untersucht man die gelbe bis gelbröthliche Flüssigkeit spectroskopisch, so findet man, vorausgesetzt dass man bei hellem Tageslicht arbeitet und den Spalt des Instrumentes hinreichend weit öffnet, ein Absorptionsband in Blau zwischen *G* und *F*, welches mit dem durch SO_3 und Fuselöl hervorgerufenen ausserordentliche Aehnlichkeit hat (siehe darüber Seite 446).

7. Rothwein wird durch Zusatz einer 2proc. Lösung von Natron carbonicum dunkelbronzefarben und ruft eine allmählich schwindende Absorption auf *d* bis *C* hervor.

8. Mit Ammoniak wird er bräunlich, gleich darauf dunkelbraun mit einer Nüance von Olivengrün, schliesslich gelbbräunlich. Setzt man zu 1 ccm Rothwein 1 Tropfen Liq. Amm. caust. und verdünnt dann mit 3 ccm Aq. dest., so erkennt man bei spectroskopischer Betrachtung einer 2 cm tiefen Schicht einen schmalen Absorptionsstreifen auf *d* bis *C*, der aber bald ganz schwindet.

9. Eine 1proc. Lösung von Aetzbaryt färbt bräunlichgelb, dann fahlgelb unter Ausscheidung feiner schmutzig-bräunlicher Flocken. Das Filtrat ist fahlgelb, wird durch Chlorwasserstoffsäure rosaroth.

10. Setzt man zu 1 ccm Rothwein 3 ccm Kalkwasser, so wird er schmutzigblassgrün, sowie trübe durch bräunlichgelbliche Flöckchen. Das Filtrat verhält sich, wie ad 9 beschrieben ist.

11. Zusatz von Natron subsulfurosum macht die Farbe abblassen und dies um so mehr, je jünger der Wein ist; auch wird durch dieses Mittel die Absorption von *b* bis *D* ganz aufgehoben.

12. Sehr concentrirte Lösung von Kupfervitriol zum Rothwein im Verhältniss von 2 : 1 hinzugefügt, ruft stahl- oder graublaue Färbung hervor. Die Absorption im Spectrum schwindet bis auf einen dunklen Schatten, welcher neben *E* bis $E\frac{1}{2}D$ sich ausbreitet. Kocht man die graublaue Flüssigkeit, so färbt sie sich grün, aber Amylalkohol zieht noch immer rothen Farbstoff aus.

Verdünnt man 1 ccm Rothwein mit 9 ccm Wasser, so bewirkt der Zusatz von 1 ccm höchst concentrirter Kupfervitriollösung grauröthliche, von 2 ccm stahlgraue, von 3 ccm bläulichgraue Färbung.

13. Zusatz von 2proc. Alaunlösung färbt den Rothwein johannisbeerroth und verstärkt die Intensität der Absorption zwischen *b* und *D* ein wenig.

14. Vermischt man gleiche Volumina Rothwein und 5proc. Lösung von Plumbum aceticum, so wird die Farbe der Mischung schiefergrau; das Filtrat ist ganz schwach rosaroth, wird durch concentrirte Milchsäurelösung intensiv roth.

15. Vermischt man 1 ccm Rothwein mit 5 Tropfen einer 2proc. Tanninlösung und mit 3—5 Tropfen einer 2proc. Gelatinelösung, so wird der Farbstoff bis auf sehr geringfügige Spuren niedergeschlagen. Lässt man absetzen, so erscheint die überstehende Flüssigkeit ganz matt rosafarben, sie wird aber intensiver roth, sobald man einige Tropfen verdünnter Chlorwasserstoffsäure hinzufügt.

Stimmen alle diese Reactionen — und man wird sie im gegebenen Falle sämmtlich anstellen müssen, um ein sicheres Ergebniss zu gewinnen —, stimmen sie überein, so darf man getrost die Echtheit, wenigstens des Weinfarbstoffes, behaupten. Stimmen sie nicht oder nicht alle, so ist gegründeter Verdacht vorhanden, dass entweder ein unechter Farbstoff neben dem echten, oder ohne diesen ganz allein sich findet. Welcher Art das Färbemittel ist, wird dann durch eine weitere Untersuchung, für welche

unten die Regeln angegeben werden sollen, festzustellen sein. Ehe ich hierzu übergehe, will ich nur noch das spectroskopisch-chemische Verhalten einiger anderer Weine kurz besprechen.

W e i s s w e i n gibt, wenn völlig echt, keine Absorptionsbänder und ruft nur eine einseitige Verdunkelung vom blauen Ende des Spectrums bis zu einem nicht immer gleichen Punkte desselben hervor.

Er wird

a) durch Ammoniak um vieles gelber,
b) durch Aetzbarytlösung trübe mit weissgrauen Flöckchen,
c) durch Natronlauge bräunlichgelb,
d) durch concentrirte Schwefelsäure dunkelgelb bis braun,
e) durch Kupfervitriol grünlich.

Echter M u s k a t e l l e r w e i n lässt im Spectrum eine geringfügige Verdunkelung des Feldes zwischen D und E hervortreten; doch erkennt man dies nur bei sehr klarem Wetter und hinreichend tiefer Schicht.

Er wird

a) durch Ammoniak gelbroth; dabei entsteht eine matte Absorption auf der Linie D,
b) durch Natronlauge bräunlichgelb,
c) durch concentrirte Schwefelsäure dunkelbraun,
d) durch Alaun rosaroth; dabei erscheint das ganze Spectrum vom blauen Ende bis E beschattet, von E bis $E\frac{2}{3}D$ etwas intensiver verdunkelt,
e) durch Kupfervitriollösung bläulichgrün bis grün.

T i n t i l l o w e i n, von bräunlicher Farbe, absorbirt nur einseitig vom blauen Ende bis E. Mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt, erscheint er schwach bräuulichgelb.

Er wird

a) mit A m m o n i a k in seiner Farbe kaum verändert,
b) mit K a l i l a u g e dunkelbraun,
c) mit K a l k w a s s e r hellbräunlichgelb und trübe,
d) mit A e t z b a r y t l ö s u n g fahlgelb und trübe,
e) mit C h l o r w a s s e r s t o f f s ä u r e hellbräunlichgelb, mit concentrirter S c h w e f e l s ä u r e dunkelbraun,

f) mit Alaunlösung (2%) ein wenig heller; mit 5proc. Lösung von Pl. acet. fahl und stark trübe, durch Kupfervitriollösung grünlich (gelblichgrün, wenn geringe Mengen des Reagens zugesetzt wurden). Amylalkohol zieht aus dem mit Chlorwasserstoffsäure angesäuerten Weine gelben Farbstoff aus.

Nachweis des Zusatzes künstlicher Färbemittel zum Wein.

Als künstliche Weinfärbemittel kommen vorzugsweise zur Anwendung:

1. Fuchsin,
2. Methylviolett,
3. Malvenblätterfarbstoff,
4. Heidelbeersaft,
5. Saft von Rainweidebeeren,
6. Lackmus,
7. der Farbstoff rother Rüben,
8. Klatschrosenfarbstoff,
9. Blau- und Rothholzfarbstoff,
10. Carmin,
11. Orseille.

Ehe ich nun dazu übergehe, die Methode der Constatirung solcher Zusätze darzustellen, will ich zunächst die Basis der Methode, das spectroskopische und chemische Verhalten der Färbemittel, klarzulegen mich bemühen.

1. Fuchsin (Fig. 2) ist in Wasser, Alkohol, Amylalkohol, auch etwas in Aether und Chloroform löslich. Die Lösung in Wasser erscheint tiefroth, diejenige in Amylalkohol rubinlilaroth. Sehr wichtig ist, dass letzterer den Farbstoff ungemein leicht aus wässerigen und wässerig-spirituosen Lösungen an sich zieht.

Die wässerige Lösung von Fuchsin zeigt uns ein sehr dunkles, nicht ganz scharf begrenztes Band zwischen *D* und *E*, bei angemessener Verdünnung zwischen 57 und 66 liegend[1]),

---

1) Wenn *D* auf 50 und *E* auf 70 gestellt sind.

d. h. näher an E als an D hinanreichend. Etwas concentrirter löscht eine solche Lösung das ganze Spectrum von Blau bis Roth aus. Setzt man zu ihr eine verdünnte organische Säure, z. B. Essigsäure, so bleibt das Absorptionsband unverändert in Lage und Intensität. Setzt man aber ein wenig verdünnte (5proc.) Chlorwasserstoffsäure zu, so nimmt die hochrothe Farbe eine Nüance von bläulich an, wird dann weinroth, darauf mattlila, schliesslich ganz blass. Sofort nach Zusatz dieser mineralischen Säure ändert sich das spectroskopische Bild; das Band rückt ganz nahe an D hinan und hält sich hier so lange, wie die Flüssigkeit noch mattröthlichen Schimmer zeigt. Dies charakteristische Verhalten dürfte einer besonderen Beachtung werth sein. Noch bemerkenswerther erscheint mir die Thatsache, dass es mit grosser Leichtigkeit gelingt, aus der fahlblass gewordenen Flüssigkeit, die keine Spur von Roth oder Bläulich mehr zeigt, mittels Amylalkohol rubinrothen Farbstoff zu extrahiren. Erst, wenn man etwas länger wartet, bis die Farbe mehrere Minuten völlig verblasst ist, misslingt der Versuch.

Zusatz von Ammoniak und auch von Kalkwasser zu einer wässerigen Lösung von Fuchsin entfärbt sie allmählich und vernichtet das Absorptionsband. Letzteres und die Farbe erscheinen aber wieder, wenn man noch rechtzeitig, d. h. unmittelbar vor dem völligen Erblassen, das Ammoniak mit Essigsäure übersättigt.

Die wässerig-spirituöse Lösung hat ein etwas anderes Roth, als die rein wässerige; dasselbe erscheint mit einer sehr schwachen Nüance von Lila. Das Absorptionsband liegt um ein ganz Unbedeutendes weiter nach D und ist schärfer begrenzt, zumal wenn der Gehalt an Alkohol denjenigen an Wasser übertrifft. Die Einwirkung der 5proc. Chlorwasserstoffsäure auf das Fuchsin ist in dieser Lösung eine langsamere.

Die amylalkoholische Lösung, deren Farbe oben bereits gekenngezeichnet wurde, zeigt das Absorptionsband näher an D, als die wässerige und die spirituöse Lösung. Dasselbe ist nach D hin ziemlich scharf begrenzt, während es nach E hin sanft in einen mehr oder weniger dunklen Schatten übergeht. Sehr rathsam dürfte es sein, Lage und Beschaffenheit dieser Absorption

sich genau zu merken, weil es bei thatsächlicher Untersuchung von Wein auf Fuchsin immer das Einfachste ist, denselben mit Amylalkohol zu behandeln, das Verhalten des Fuchsinbandes in amylalkoholischer Lösung aber als ein sehr charakteristisches betrachtet werden muss. Aether nimmt aus neutralen, wässerigen Lösungen von Fuchsin nur geringe Spuren auf, mehr dagegen aus ammoniakalischen. In diesem letzteren Falle färbt er sich mattgelblich; lässt man ihn jedoch verdunsten, so bleibt ein rother Rückstand, der mit Amylalkohol aufgenommen die Absorption der amylalkoholischen Fuchsinlösung zeigt.

Aus wässerig-spirituösen Lösungen zieht der Aether ziemlich viel Farbstoff, erscheint dann röthlich und lässt das Fuchsinband deutlich genug auf dem mittleren Dritttheil zwischen *D* und *E* hervortreten. Doch darf der Alkoholgehalt kein zu niedriger sein, nicht unter 25 % hinuntergehen. Was vom Aether, gilt auch vom Chloroform.

2. Methylviolett[1]) (Fig. 2). Dieser schöne Farbstoff wird in jüngster Zeit, vielfach in Verbindung mit Caramel, zum Färben von Weinen benutzt, seitdem das Fuchsin als Weinfärbemittel in Misscredit gekommen, bzw. geradezu verboten worden ist. Es ist in Wasser, Alkohol, Amylalkohol, wenig in Aether löslich. Amylalkohol zieht es ungemein leicht aus wässerigen und wässerig-spirituösen Lösungen heraus, Aether nur aus wässerig-spirituösen Lösungen, in denen der Alkoholgehalt nicht zu unbedeutend ist.

Die wässerige oder wässerig-spirituöse Lösung des Methylviolett gibt in starker Verdünnung eine dunkle Absorption auf *D*, welche von da bis *d*, sowie andererseits, aber weniger intensiv, bis $D\frac{1}{2}E$ reicht, und sich von letztgenanntem Punkte sogar noch als Schatten bis *E* hin fortsetzt, der in der unmittelbaren Nähe dieser Linie einen etwas dunkleren Streif zeigt (Fig. 2[3]). Die amylalkoholische Lösung gibt die nämliche Absorption; doch liegt das Centrum derselben eine Kleinigkeit weiter nach dem rothen Ende des Spectrums hin.

---

1) Vgl. S. 455 und Fig. 2: die Absorptionsbänder des Methylviolett.

Organische Säuren verändern nur in hoher Concentration Farbe und Absorptionsvermögen, unorganische dagegen machen die violette Farbe reinblau, blaugrün oder grün, selbst grüngelb und fahl, je nach der Concentration, in der sie zugesetzt wurden, und rufen unter unvollständiger oder vollständiger Aufhebung der Absorption auf *D* und nächster Nachbarschaft einen Absorptionsstreifen auf *d* hervor, der selbst noch bei Zusatz äusserst stark verdünnter Mineralsäuren zu bemerken ist. Amylalkohol zieht auch, was von grosser Bedeutung für gewisse Untersuchungen erscheint, aus solchen Lösungen, welche durch unorganische Säuren grün gefärbt waren, blauvioletten Farbstoff aus.

Ammoniak macht die wässerige und wässerig-spirituöse Lösung von Methylviolett sehr bald mattblau und dann ganz blass; dabei verschwindet das Absorptionsbaud auf *D*; ebenso wirkt Kalkwasser. Eine 5proc. Lösung von Plumbum aceticum fällt diesen Farbstoff nicht aus und verändert auch nicht das spectroskopische Verhalten.

3. Der Malvenblätterfarbstoff (Fig. 4). Eine wässerig-spirituöse Lösung des Farbstoffs von Blättern der Malva arborea ist violett (falls völlig neutral) und ruft, wenn mittelmässig concentrirt, ein schmales Absorptionsband auf *d*, ein breiteres von $d\frac{1}{2}D$ bis $D\frac{1}{3}E$ und ein drittes von $D\frac{2}{3}E$ bis *E* reichendes hervor. Ausserdem findet sich noch eine matte, schattenartige Verdunkelung von *E* bis zum Beginne der einseitigen Absorption auf $F\frac{1}{2}G$.

Alle diese Absorptionen haben grosse Aehnlichkeit mit denen des Chlorophylls in alkoholischer Lösung; doch sind sie nicht mit denselben identisch, wie auch aus der weiteren Darstellung hervorgehen wird. Ist die Farbstofflösung concentrirt, so zeigt sich eine Absorption von *C* bis nach *b* mit einer entschieden stärkeren Verdunkelung bei *Cd* und bei *D* bis $D\frac{1}{3}E$, ausserdem die matte Verdunkelung von *b* bis $F\frac{1}{2}G$.

Zusatz von organischen und verdünnten unorganischen Säuren macht die Malvenfarbstofflösung alsbald johannisbeer- bis tiefrosaroth, war er sehr geringfügig, violettroth. In letzterem Falle erblickt man zwei zwischen *D* und *E* liegende, nur durch einen schmalen hellen Zwischenraum von einander getrennte Bänder.

Die stärker angesäuerte rosarothe Lösung zeigt eine Absorption zwischen *b* und *D*, welche aufs Haar derjenigen des verdünnten mit Salzsäure versetzten Rothweins gleicht, am stärksten von *b* bis $E\frac{3}{4}D$ erscheint.

Amylalkohol zieht weder aus neutralen, noch aus sauren Malvenfarbstofflösungen das Allergeringste an Farbstoff heraus. Es bekundet dies einen wesentlichen Unterschied des Malven- und des Rothweinfarbstoffs.

Ammoniak in geringer Menge zugesetzt, färbt die Lösung des Malvenfarbstoffs grünlich und lässt lediglich die Absorption auf *dC* bestehen. Starker Zusatz von Ammoniak färbt gelb und vernichtet alle Bänder.

Aetzbaryt färbt grün bis grüngelb mit Verlust aller Absorptionen bis auf die von *C* bis *d* reichende. Dasselbe gilt von verdünnter Kalilauge und Natronlauge. Auch Kalkwasser färbt grün und ruft die nämliche Absorption hervor wie Aetzbaryt. Kupfervitriol in geringer Menge und schwacher Concentration zugesetzt, färbt schön pensee, in grösserer Menge zugesetzt dagegen graublau. Die penseegefärbte Flüssigkeit lässt zwei durch ein stark trübes Intervall getrennte Bänder zwischen *D* und *E* und einen schmalen Absorptionsstreifen auf *d* hervortreten; die graufarbene, allmählich fahl werdende Flüssigkeit erzeugt keine Bänder.

Zusatz 5proc. Lösung von Pl. acet. färbt grün, erzeugt auch grüne Flocken. Das Filtrat ist blassgrün und wird durch Milchsäure hochrosaroth.

Alaun färbt, wenn in mässiger Menge zugesetzt, eine neutrale Malvenfarbstofflösung pensee oder blauviolett; dabei verschwindet die Absorption auf *d* (bis auf einen schwachen Schatten) und erscheint zwischen *D* und *E* eine intensiv dunkle Absorption, welche etwas verwaschene Ränder zeigt, einerseits bis fast nach *D*, andererseits ein wenig über *E* hinaus reicht. Wird Alaun zu sauren Malvenfarbstofflösungen gesetzt, so ändert er das spectroskopische Verhalten der letzteren nicht.

Es ist vorhin gesagt, dass neben organischen auch unorganische Säuren (in Verdünnung) die Malvenfarbstofflösung

tiefrosaroth erscheinen lassen. Concentrirte unorganische Säuren wirken jedoch verschieden. Concentrirte Chlorwasserstoffsäure ruft eine monatelang persistirende Rosarothfärbung hervor. Concentrirte Salpetersäure dagegen entfärbt, wenn nicht sofort, so jedenfalls nach 5—10 Minuten, nachdem die rothe Farbe zunächst in eine gelbrothe verwandelt war. Diese Entfärbung tritt schon ein, wenn zu 50 ccm mässig concentrirter Malvenfarbstofflösung 0,5 ccm Acid. nitr. purum gesetzt werden.

4. Heidelbeersaft (Fig. 4). Heidelbeersaft, aus frischen Beeren gepresst, gibt, mit etwas Spiritus versetzt, eine tief lilarothe Farbe und lässt eine intensive Absorption hervortreten, welche von b bis $E\frac{1}{2}D$ am stärksten, von $E\frac{1}{2}D$ bis D und von b bis F als matte Verdunkelung sich präsentirt.

Mit 4 proc. Chlorwasserstoffsäure angesäuert, nimmt der Saft rosarothe, mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure carmoisinrothe Farbe an. Durch diesen Zusatz von Säure erscheint die Absorption noch intensiver, ist auch etwas schärfer begrenzt, als soeben angegeben wurde, bleibt im übrigen auf dem Felde b bis $E\frac{1}{2}D$ am stärksten. Amylalkohol zieht aus dieser sauren Lösung violettrothen Farbstoff aus, der fast die Farbe des in Amylalkohol gelösten Fuchsins hat. Eine solche amylalkoholische Lösung ruft ein Absorptionsband hervor, welches von D bis $D\frac{2}{3}E$ sich ausbreitet und von da bis E oder b als schattige Verdunklung sich weiter erstreckt.

Wird Heidelbeersaft ohne Ansäuerung mit Amylalkohol geschüttelt, so nimmt letzterer bläulichrothe Farbe an und lässt eine gleichmässig dunkle Absorption von D bis E hervortreten. Setzt man zu solcher Lösung ammoniakalisches Wasser und schüttelt, so wird dasselbe bläulichgrau, dann graufahl; setzt man Kalkwasser hinzu und schüttelt, so wird letzteres grünlich, nach einiger Zeit gelblichgrün. Die bläulichgraue und grünliche Flüssigkeit erzeugen eine Absorption von d bis $D\frac{1}{2}E$. Chlorwasserstoffsäure macht die amylalkoholische Lösung carmoisinroth mit schwach bläulichem Schimmer.

Aether zieht aus einem mit Acid. acet. angesäuerten Heidelbeersafte schwach gelblichen Farbstoff; setzt man zu solchem

Extracte etwas 5 proc. Schwefelsäure, so färbt diese sich rosaroth und ruft dann eine schwache Absorption von *b* bis $E\frac{1}{3}D$ hervor.

Aetzbarytlösung bewirkt bläulichgrüne Färbung des Heidelbeersaftes, Ammoniak dagegen blaugraue, Kalkwasser schmutzig grasgrüne Färbung; alle drei Reagentien aber erzeugen eine Absorption von *d* bis $D\frac{1}{2}E$, Kalkwasser auch noch eine matte Verdunkelung des Feldes von *d* bis *B*.

Zusatz von 1 ccm höchst concentrirter Kupfervitriollösung zu 1 ccm mässig concentrirter Heidelbeerfarbstofflösung färbt pensee, von 4 ccm derselben Kupfervitriollösung zu 1 ccm dagegen fast völlig blau. Alaun in 2 proc. Lösung bewirkt bleibend tiefviolette Farbe und eine Verstärkung der Absorption von *b* bis $E\frac{1}{3}D$, Plumbum aceticum in 5 proc. Lösung aber bewirkt graublaue Farbe.

5. Farbstoff von Rainweidebeeren (Fig. 4). Dieser Farbstoff färbt in wässerig-spirituöser Lösung violettweinroth und lässt in angemessener Verdünnung eine deutlich wahrnehmbare Absorption auf *D*, von da bis *d* und andererseits bis $D\frac{1}{2}E$ hervortreten, während eine zweite Absorption auf *F* nur sehr schwach markirt ist.

Mit Säuren wird die Lösung intensiv weinroth und löscht dann das ganze Spectrum aus vom blauen Ende bis *D*; in sehr starker Verdünnung zeigt sich der Absorptionsstreif auf *D*, nach rechts wie links sich ausbreitend.

Ammoniak färbt dunkelgrün, darauf fahl und lässt, so lange die Farbe noch grünlich, einen Absorptionsstreif auf *d* hervortreten. Ebenso wirken Natronlauge und Kalilauge.

Aetzbarytlösung erzeugt graugrüne Farbe und Trübung.

Concentrirte Kupfervitriollösung färbt bläulich, Alaun veilchenblau bis reinblau und bewirkt, dass die Absorption von *E* bis fast nach *C* sich erstreckt, am stärksten auf dem Felde *dD* zu Tage tritt.

Eine 5 proc. Lösung von Pl. acet. erzeugt dunkelgraugrüne Farbe.

6. Lackmus (Fig. 4). Dieser Farbstoff absorbiert in völlig neutraler, schwach violetter Lösung (wässeriger oder wässerig-

spirituöser) von d bis fast nach D. In ziemlich concentrirter alkalischer Lösung absorbiert er von C bis $D\frac{3}{4}E$, am stärksten von C bis $D\frac{1}{3}E$; die schwach concentrirte alkalische Lösung aber ruft zwei matte Absorptionen hervor, deren eine von d bis fast nach D, deren andere von D bis $D\frac{2}{5}E$ sich erstreckt, die also fast zusammenstossen.

Die saure, bekanntlich mattrothe Lösung bewirkt eine Absorption welche auf dem Felde E bis $E\frac{1}{2}D$ am stärksten hervortritt, dort nach D hin ziemlich schroff endet, nach dem blauen Ende hin jedoch in eine matte Verdunkelung übergeht. Inmitten der letzteren fällt ein Streifen $= b\frac{1}{2}F$ etwas mehr in die Augen. Im Ganzen zeigt diese saure Lösung spectroskopisch grosse Aehnlichkeit mit dem echten Weine und den sauren Lösungen von Malvenfarbstoff, Klatschrosenfarbstoff und Heidelbeerfarbstoff.

Amylalkohol zieht aus alkalischen wie sauren wässerigen Lösungen kaum etwas, aus sauren wässerig-spirituösen Lösungen dagegen viel Farbstoff aus. In letzterem Falle erscheint der Amylalkohol rothgelb und zeigt einen Absorptionsstreifen auf E bis $E\frac{1}{3}D$.

Aether zieht aus alkalischen und sauren reinwässerigen Lösungen einen Farbstoff aus, der zunächst sich nicht wahrnehmen lässt, beim Verdunsten des Aethers aber graublau zu Tage tritt, auch wenn die Farbstofflösung sauer war. Der graublaue Farbstoff färbt sich mit Säuren mattroth. — Mit sauren wässerig-spirituösen Lösungen färbt sich Aether gelblich, verdunstet man ihn dann, so erscheint der Rückstand roth.

Ammoniak wie Natronlauge färben die rothe Lösung, wie bekannt ist, blau, wenn sie im Ueberschusse zugesetzt werden.

Kupfervitriollösung ruft graubläuliche Färbung einer mit Acid. tart. schwach angesäuerten Lackmuslösung hervor und bringt jedes Absorptionsband zum Verschwinden.

Alaun färbt hellrosaroth und lässt gleiche Absorptionen, wie ein Zusatz von Säuren, zu Tage treten.

Zusatz einer 5proc. Lösung von Pl. acet. zu einer mässig concentrirten sauren Lackmuslösung bewirkt starke Trübung und grauweisse, schwach röthlich durchscheinende Färbung.

7. Der Saft rother Rüben (Fig. 4). Dieser Saft hat eine schöne, carmoisinrothe Farbe und behält dieselbe auch bei ziemlich starker Verdünnung bei. Concentrirt und schwach mit Wein- oder Essigsäure versetzt, löscht er das ganze Spectrum aus bis Gelb, in starker Verdünnung aber und angesäuert nur das Feld von *b* bis *D*.

Verdünnte oder concentrirte Chlorwasserstoffsäure bewirkt eine lilarothe Färbung, aber keine wesentliche Aenderung des spectroskopischen Verhaltens. Durch diese Säure, wie auch durch Salpetersäure wird aber der rothe Farbstoff nach kurzer Zeit zerstört, in einen blassgelblichen, fahlen verwandelt.

Ammoniak verdünnt und in kleiner Menge zugesetzt, ruft zunächst eine weinrothe Farbe hervor; diese wird aber sehr bald gelblichroth, dann fahlgelb. Ebenso wirken verdünnte Natronlauge und Aetzbarytlösung. Concentrirt färben sie alle sofort gelblich. Kohlensaures Natron aber bedingt eine bleibend violette Farbe und das Hervortreten eines Bandes von *E* bis *D*.

Kupfervitriollösung verwandelt in minutiösester Menge die Farbe in eine kupferrothe und lässt das Absorptionsband mehr nach dem blauen Ende vorrücken, so dass es in wenig concentrirter Lösung nicht mehr zwischen *D* und *b* liegt, sondern von $D\frac{1}{3}E$ bis *F* sich erstreckt. — Ausserdem erscheint es jetzt weniger intensiv. Zusatz von Chlorwasserstoffsäure ruft sofort wieder lilarothe Farbe hervor und stellt auch das ursprüngliche Band wieder her. Concentrirte Kupfervitriollösung färbt graufahl; die betreffende Mischung wird beim Kochen grün.

Alaun färbt intensiv roth und bewirkt, dass die zwischen *D* und *b* gelegene Absorption stark markirt wird. Die Farbe und das spectroskopische Verhalten saurer Lösungen erscheint durch Alaun nicht verändert.

Bleiacetat macht blassroth und die charakteristische Absorption verschwindet bis auf einen Schatten, der von $D\frac{1}{2}E$ bis $D\frac{3}{4}E$ liegt. Das Filtrat ist blass mit kaum bemerkbarem Schimmer von lila, wird aber durch 10proc. Milchsäure rosaroth.

Amylalkohol zieht weder aus neutralem, noch aus angesäuertem Rübensafte das Geringste an Farbstoff aus. Dasselbe gilt vom Aether.

8. Klatschrosenfarbstoff (Fig. 4). Die wässerige Lösung dieses Farbstoffs ist roth mit schwach bläulichem Schimmer und ruft eine sehr deutliche, an den Rändern nicht ganz scharf begrenzte Absorption von *D* bis *F* und in mässiger Verdünnung von *D* bis *E* hervor. Die wässerig-spirituöse Lösung zeigt das nämliche spectroskopische Verhalten, erscheint aber weinroth.

Zusatz verdünnter Säuren färbt rosaroth und verstärkt die Absorption, welche dann bei *b* bis $E\frac{1}{2}D$ am dunkelsten ist. Zusatz concentrirter Salpetersäure entfärbt nach einiger Zeit.

Ammoniak, Aetzbaryt und Natron carbonicum färben graugrünlich mit schwach röthlichem Schimmer und erzeugen ein Absorptionsband von *d* bis $D\frac{1}{2}E$.

Eine concentrirte Kupfervitriollösung bedingt Penseefärbung und lässt das ganze Spectrum von $G\frac{1}{2}F$ bis *C* verdunkelt, das Feld von $b\frac{1}{2}F$ bis *D* in stärkerem Maasse als den übrigen Theil verdunkelt erscheinen.

Alaun färbt kupferroth und bedingt ein Absorptionsband von $F\frac{1}{2}G$ bis *E*.

Eine 5proc. Lösung von Pl. acet. macht eine neutrale Lösung tiefgrauschwarz; das Filtrat aber ist penseefarbig und gibt eine Absorption von *d* bis $D\frac{1}{2}E$.

Amylalkohol zieht weder aus neutralen, noch aus alkalischen und sauren Lösungen des Klatschrosenfarbstoffes das Geringste von letzterem heraus. Dasselbe gilt vom Aether.

9. Blau- und Rothholzfarbstoff (Fig. 5). Eine völlig neutrale wässerige Lösung des Blauholzfarbstoffes ist röthlichgelb und löscht, wenn concentrirt, das ganze Spectrum vom blauen Ende bis *D* aus. Stark verdünnt, gibt sie eine einseitige Absorption bis $F\frac{1}{2}b$ oder *b* und ausserdem ein scharf begrenztes Band von $D\frac{1}{8}E$ bis $D\frac{5}{8}E$.

Säuren färben sofort hellgelb und vernichten das letztbezeichnete Band, lassen nur eine einseitige Absorption vom blauen Ende bis $G\frac{1}{2}F$ bestehen. Concentrirte Salzsäure (1 Tropfen auf 1 ccm

mässig starker Blauholzabkochung) färbt bräunlichgelb und ruft ein dunkles Band auf dem Felde *b* bis *E*¼*D* hervor, während die einseitige Absorption vom blauen Ende bis *F* sich erstreckt.

Alkalien rufen eine violettrothe Farbe hervor und bewirken, dass das zwischen *D* bis *E* gelegene Band etwas weniger scharf markirte Grenzen bekommt.

Kalkwasser färbt blau und bedingt eine matte Verdunkelung des Feldes *D* bis *E*, wirkt also wesentlich anders als die Alkalien.

Amylalkohol zieht aus sauren und neutralen, nicht aber aus alkalischen Lösungen gelblichen Farbstoff und färbt sich dann auf Zusatz von einem Tropfen Liq. Amm. caust. schön violettroth. Diese violette amylalkoholische Lösung, welche ihren Farbstoff durch Schütteln leicht an Wasser abgibt, zeigt bei der spectroskopischen Betrachtung ein dunkles Absorptionsband von *D* bis *E*, am dunkelsten von *D* bis *D*½*E*; die Farbe wird aber allmählich fahl und dann verschwindet das Band.

Auch Aether zieht aus neutralen und sauren Lösungen gelben Farbstoff, der mit etwas Ammoniak violettroth wird.

Concentrirte Kupfervitriollösung bewirkt, wenn 4 ccm derselben zu 1 ccm einer mässig concentrirten Lösung des Blauholzfarbstoffs gesetzt werden, dunkle Bronzefärbung und lässt eine matte Verdunkelung des Feldes von *F*½*b* bis *E*½*D* hervortreten.

Alaun färbt eine neutrale Lösung schön pensee und erzeugt eine Absorption von *d* bis *D*, am stärksten auf *D*; viel Alaun färbt violettblau und bewirkt, dass die Absorption auf *dD* verschwindet, von *D* an aber bis *F* sich ausdehnt.

Eine 5proc. Lösung von Pl. acet. ruft ultramarinblaue Färbung und starke Trübung hervor.

Der Rothholzfarbstoff, mit destillirtem Wasser und etwas Spiritus gelblich, absorbirt sehr stark zwischen *D* und *E*, genau von *D*⅔*E* bis fast nach *E*, bei ganz schwacher Concentration lediglich auf *D*⅔*E* in Form eines schmalen Streifens; bei starker Concentration löscht er das ganze Spectrum vom blauen Ende bis *D* aus.

Säuren färben goldgelb, erzeugen eine einseitige Absorption vom blauen Ende bis *F*, vernichten das Absorptionsband zwischen

D und E. Concentrirte Salzsäure färbt röthlich und erzeugt ein Band auf b bis $E\frac{1}{4}D$.

Ammoniak färbt weinroth und bewirkt, dass das Absorptionsband verwaschener wird und auf $D\frac{3}{8}E$ bis $D\frac{1}{8}E$ zu liegen kommt. Aehnlich wirkt Kalkwasser.

Concentrirte Kupfervitriollösung ruft schmutzig gelblichröthliche Färbung und eine Absorption von $F\frac{1}{2}b$ bis $E\frac{1}{8}D$, sowie einseitige Auslöschung des Spectrums vom rothen Ende bis C hervor. Alaun färbt johannisbeerroth und lässt eine Absorption von b bis fast nach D hervortreten, wenn die Farbstofflösung neutral war. Eine 5proc. Lösung von Pl. acet. macht schwach lila und stark trübe.

Aether zieht aus neutralen und sauren Lösungen goldgelben Farbstoff aus, der mit Ammoniak sich violettroth färbt und beim Schütteln leicht an Wasser abgegeben wird.

10. Carmin, in Wasser oder wässerig-spirituöser Flüssigkeit gelöst, verleiht denselben carmoisinrothe Farbe. Eine solche Lösung gibt (Fig. 5) zwei dunkle Bänder, welche zwischen D und E befindlich ihrer Lage nach mit denen des Oxyhämoglobins eine gewisse Aehnlichkeit haben. Beide Carminbänder sind intensiv dunkel, selbst noch in schwach concentrirten Lösungen; das dunkelste ist das am meisten nach Blau hin liegende. Dieses letztere reicht von $D\frac{1}{8}E$, bei stärkerer Concentration von $D\frac{3}{4}E$ über E hinaus bis fast nach b hin, in concentrirteren Lösungen sogar bis ein wenig über b. Das neben D liegende Band des Carmins hat fast genau den Theil des Spectrums inne, welchen das am meisten nach Roth gelegene Oxyhämoglobinband behauptet; es reicht aber nicht so nahe wie dieses an D hinan. Die stärkste Dunkelheit des letzterwähnten Carminbandes liegt auf dessen nach Blau befindlichem Rande, diejenige des zweiten Carminbandes genau auf der Linie b, was bei angemessener Verdünnung leicht zu sehen ist.

Zusatz von Wein- oder Essigsäure verändert weder die Farbe, noch die Lage und das sonstige Verhalten der Bänder, Zusatz von Chlorwasserstoffsäure aber ruft Violettfärbung hervor und bewirkt, dass erstens die beiden Bänder gleichmässiges Dunkel

und nahezu gleichmässige Breite erhalten, zweitens das am weitesten nach dem rothen Ende des Spectrums gelegene Band noch ein wenig näher an D hinanrückt. Starker Zusatz von Mineralsäuren färbt gelblichroth und bewirkt, dass andere Absorptionen auftreten. Die eine reicht von $D\frac{3}{4}E$ bis E, die andere liegt zwischen b und F; beide haben keine scharf markirten Ränder.

Ammoniak färbt tief carmoisinroth mit einer Nüance von Lila und verändert die Absorptionsbänder nicht wesentlich, Kalkwasser färbt fast pensee und macht die Bänder matter, auch verwaschener.

Amylalkohol nimmt aus ammoniakalischer und neutraler wässeriger Lösung des Carmins keinen Farbstoff auf, wohl aber aus essigsaurer, ebenso und in sehr bedeutendem Maasse aus weinsteinsaurer und aus chlorwasserstoffsaurer Lösung. Dann färbt sich der Amylalkohol tiefroth und zeigt zwischen D und F zwei Bänder, von denen das eine wiederum nahe bei D liegt, das andere von $D\frac{3}{4}E$ bis b als intensiv dunkle Absorption, von da bis F als stark dunkler Schatten sich erstreckt. In allen diesen amylalkoholischen Lösungen erscheinen die Bänder um ein sehr Unbedeutendes dem rothen Ende mehr genähert, als in den wässerigen.

Absoluter Alkohol löst nur wenig Carmin; die betreffende Lösung ist schwach roth und zeigt das Absorptionsband bei D hinreichend deutlich, dasjenige auf Eb nur sehr schwach entwickelt, erst in tiefen Schichten zu erkennen.

Eine 5proc. Lösung von Pl. acet. fällt den gesammten Farbstoff aus wässerigen und wässerig-spirituösen Lösungen.

Vogel sagt, dass Cochenille, mit Alaun versetzt, durch Säuren sich nicht mehr gelb (soll wohl heissen röthlichgelb) färbe. Dies kann ich nicht bestätigen. Fügt man zu der betreffenden Farbstofflösung eine 2proc. oder 5proc. Alaunlösung und dann concentrirte Salpetersäure, so wird die Flüssigkeit noch immer röthlichgelb gefärbt und gibt noch immer die beiden Absorptionsbänder der stark sauren Carminlösung.

Orseille. Bezüglich dieses Farbstoffs siehe das früher Gesagte (Nachweis von Farbstoffen und Spirituosen S. 450).

Praktische Ausführung der Untersuchung des Rothweins auf künstliche Färbemittel.

Hat man Rothwein auf künstliche Färbemittel zu untersuchen, so muss man mit der Möglichkeit rechnen, dass sie neben echtem Rothweinfarbstoffe sich finden. Dies ist verhältnissmässig oft der Fall und erschwert natürlich die Prüfung um ein sehr Beträchtliches. Man muss sich aber gleichfalls bei jeder Untersuchung gegenwärtig halten, dass sowohl der echte Weinfarbstoff, wie die künstlichen Färbemittel durch gewisse Zusätze in ihrem Verhalten chemischen Agentien und dem Spectroskope gegenüber nicht unwesentlich beeinflusst werden. Wir wissen ja aus dem vorhin Mitgetheilten, dass dies beispielweise durch verschwindend geringe Mengen Mineralsäuren, durch äusserst kleine Quantitäten von Alaun geschehen kann, Substanzen, welche beide bekanntlich dem Weine sehr oft beigemengt werden. Nimmt man hierauf nicht von vornherein Rücksicht, so ist man in steter Gefahr, schwere Fehler zu begehen. Auch scheint es nicht überflüssig, daran zu erinnern, das bei der Ausführung der Weinanalyse alle diejenigen Cautelen, die überhaupt bei der spectroskopischen Prüfung nöthig sind, und deren in der Einleitung bereits Erwähnung geschah, in ganz besonderer Strenge beachtet werden müssen.

Man hat geglaubt, die Prüfung des Rothweines dadurch zu vereinfachen und das Resultat dadurch sicherer zu gestalten, dass man zunächst die Farbstoffe ausfällte und dann aus der Natur des Mittels, welche den einen oder anderen Farbstoff wieder zur Lösung brächte, sowie aus dem Verhalten der geschehenen Lösung selbst die Natur des Farbstoffs erschlösse. Ich rathe aus Gründen, die später angegeben werden sollen, behufs der Untersuchung zunächst kein Präcipitationsmittel anzuwenden, sondern den Wein unverdünnt und verdünnt mit den Zusätzen zu prüfen, welche vorhin namhaft gemacht wurden, als von den Kennzeichen des echten Rothweinfarbstoffes die Rede war. Ich beginne allemal mit der spectroskopischen Betrachtung des unverdünnten Weines, nachdem ich die Farbe desselben festgestellt habe. Dann gehe ich über zur Prüfung des mit Wasser (1 : 1 und 1 : 2), sowie des

mit Alkohol und Glycerin in stärkerem Maasse verdünnten Weines und sehe zu, ob Farbe resp. Spectrum von der Norm abweichen oder nicht. Ergeben sich noch keine bestimmten Anhaltspunkte bezüglich der Anwesenheit eines fremden Farbstoffs, so gebe ich nunmehr zu einer Probe unverdünnten Weines Amylalkohol hinzu, schüttle stark und betrachte alsdann zunächst die Farbe der sich absondernden amylalkoholischen Schicht. Diese Probe hat fast immer entscheidenden Werth. Ist die Färbung des Amylalkohols geringfügig, matt weinroth bis bräunlichroth und wird sie durch Chlorwasserstoffsäure intensiv rosaroth und zwar bleibend, so ist mit grösster Wahrscheinlichkeit auf Echtheit des Weinfarbstoffs zu schliessen, zumal wenn die spectroskopische Prüfung dieser Schicht das oben gezeichnete Bild darbietet.

Völlig genügend sind diese Vorproben aber noch nicht, denn es kann ja echter Farbstoff und unechter beisammen sein. Deshalb prüfe ich noch ein anderes Quantum des zu untersuchenden Weines nach Zusatz von Chlorwasserstoffsäure, merke dabei sowohl die Aenderung der Farbe als das spectroskopische Bild und prüfe auch dieses Quantum nach dem Ansäuern auf sein Verhalten gegen Amylalkohol und Aether.

Weiterhin sind dann, wenn keine ganz bestimmten Anhaltspunkte für das Vorhandensein eines fremden Farbstoffs gewonnen sein sollten, die anderweitigen Proben vorzunehmen, deren oben gedacht wurde, d. h. es sind Alkalien, Aetzbaryt, Kalkwasser, Alaun, Kupfervitriol, Natr. subsulfurosum und Lösung von Plumbum aceticum zuzusetzen. Sehr belangreich ist dabei insbesondere auch die Untersuchung des Filtrates nach Zusatz von Aetzbaryt, von Kalkwasser und von Plumbum aceticum, worauf ich ausdrücklich aufmerksam mache.

a) Untersuchung auf Fuchsin im Weine (Fig. 2).

Den dringenden Verdacht der Anwesenheit von Fuchsin erweckt es, wenn

1. das Spectroskop im angemessen verdünnten Weine eine Absorption zeigt, welche im Bereiche des Fuchsinbandes liegt, daselbst wenigstens ihre grösste Dunkelheit zeigt; wenn

2. unverdünnter, nicht mit Säure versetzter Wein mit Amylalkohol stark geschüttelt, diesen mehr oder weniger intensiv roth, wohl gar fuchsinroth färbt; wenn

3. unverdünnter oder verdünnter Wein mit Ammoniak nicht bräunlich wird, sondern zuerst roth bleibt, dann aber sehr bald abblasst und kein Absorptionsband mehr erzeugt.

Erwiesen wird die Anwesenheit von Fuchsin durch folgende Proben:

1. Der unverdünnte Wein wird mit Amylalkohol geschüttelt. Nimmt letzterer eine intensiv rothe Farbe an und zeigt er eine dunkle Absorption an der Stelle, an welcher amylalkoholische Fuchsinlösungen sich präsentiren (neben *D* nach *E* hin), so ist Fuchsin vorhanden, zumal wenn mehrfaches Schütteln des Amylalkohols mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure die rothe Farbe zuerst in eine blaue, dann blaugraue, dann blassgraue, Ammoniak die rothe Farbe zuerst in eine blassbläuliche, dann blasse verwandelt.

Eine Verwechselung wäre nur möglich mit Heidelbeerfarbstoff, der mit ähnlicher Farbe in den Amylalkohol übergeht. Aber dieser Farbstoff färbt mehr bläulichroth; sodann ist die von ihm hervorgerufene Absorption zwischen *D* und *E* gleichmässig verbreitet und endlich wird er durch concentrirte Chlorwasserstoffsäure bleibend rubinroth, durch Ammoniak sofort blaugrau.

2. Der unverdünnte Wein wird unmittelbar nach Zusatz von Ammoniak mit Aether geschüttelt. Nimmt dieser eine mattgelbliche Farbe an und gibt er einen rothen, in Amylalkohol leicht sich lösenden Rückstand, zeigt dann auch diese amylalkoholische Lösung die Absorption des Fuchsin, so ist letzteres als zweifellos vorhanden anzusehen.

Gleichzeitige Anwesenheit von Fuchsin und echtem Rothweinfarbstoff im Wein kann man schon in der Lösung festzustellen suchen, welche man gewinnt, wenn man unverdünnten Rothwein stark und mehrmals mit etwas Amylalkohol schüttelt. Zeigt letzterer bei fuchsinrother Farbe das Fuchsinband, und wird nach Schütteln mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure dieses allmählich vernichtet, dagegen eine gleichmässige Verdunkelung des Feldes

D bis *E* bei bleibender Rothfärbung der Flüssigkeit erzeugt, so ist neben Fuchsin höchst wahrscheinlich Rothweinfarbstoff anwesend. (Es könnte nur Heidelbeerfarbstoff ähnliche Merkzeichen bieten.) Erwiesen wird das gleichzeitige Vorhandensein des Rothweinfarbstoffs durch vielfaches Ausschütteln des Weines mit Amylalkohol. Bleibt nach dieser Operation reichlich rother Farbstoff in dem Weine zurück, so muss weiter geprüft werden, als wäre letzterer noch nicht ausgeschüttelt. Die Natur des noch verbliebenen Farbstoffs lässt sich dann durch das spectroskopische Verhalten, durch den Einfluss von Alkalien, Säuren, Alaun und Kupfervitriol feststellen.

b) Untersuchung des Weines auf Methylviolett (Fig. 2).

Es erweckt den Verdacht auf Vorhandensein von Methylviolett im Weine, wenn derselbe mit gleichem Volumen Wasser verdünnt eine Absorption auf *D* bis *d* hervorruft und diese durch Zusatz von 5proc. Chlorwasserstoffsäure nicht stärker, sondern schwächer wird, oder gar ganz einer solchen auf *d* Platz macht.

Erweisen lässt sich die Anwesenheit dieses Farbstoffs durch Schütteln des Weines mit Amylalkohol. Enthält der Wein Methylviolett, gleichviel ob wenig oder beträchtliche Mengen, so färbt der Amylalkohol sich blauviolett. Es ist zweckmässig, sehr schwach zu schütteln, weil der den Amylalkohol auch bläulich färbende Heidelbeerfarbstoff nicht bereits bei leisem Schütteln übergeht. Die blauviolette Lösung wird, wenn von Methylviolett herrührend, ein Absorptionsband auf *D*, sowie rechts und links von dieser Linie, am dunkelsten auf *D* bis *d*, zeigen. Bemerkenswerth ist, dass Aether aus solchem Weine, wenn man letzterem $^1/_5$ seines Volumens Alkohol zusetzte, bläulichen Farbstoff auszieht und dann durch denselben eine Absorption auf *D* bis *d* hervorruft, welche nach Zusatz von Ammoniak allmählich verschwindet. Diese beiden Proben reichen völlig aus zum Nachweise des Methylviolett,

Ein Wein, welcher lediglich Methylviolett, keinen echten Farbstoff hat, wird durch 5proc. Chlorwasserstoffsäure blau oder blaugrün oder grün, gibt dann ein Absorptionsband auf *d* und wird durch Ammoniak, auch durch Kalkwasser nach und nach

entfärbt. Das Vorhandensein des echten Rothweinfarbstoffs neben dem Methylviolett constatirt man durch mehrfache Extraction des Weines mit Amylalkohol. Derselbe nimmt sämmtliches Methylviolett auf, und erscheint dann die zurückbleibende Flüssigkeit weinroth, zeigt sie auch die chemischen Reactionen und das spectroskopische Verhalten des echten Rothweines, so ist nachgewiesen, dass der Farbstoff des letzteren neben jenem Färbemittel sich vorfand.

c) Untersuchung des Weines auf Malvenfarbstoff (Fig. 4).

Es erweckt den Verdacht der Anwesenheit von Malvenfarbstoff, wenn ein mit Wasser (1 : 1) verdünnter Rothwein ein dem echten Rothwein ähnliches spectroskopisches Verhalten darbietet, auch mit Chlorwasserstoffsäure hochrosaroth bis johannisbeerroth wird und doch an Amylalkohol gar keinen Farbstoff abgibt. In solchem Falle besteht nur noch die Möglichkeit, dass der Farbstoff rother Rüben oder derjenige der Klatschrose benutzt wurde.

Erweisen lässt sich das Vorhandensein von Malvenfarbstoff durch folgende Proben:

1. Zusatz von etwas Aetzbarytlösung färbt chlorophyllgrün, darauf grüngelb; dasselbe tritt ein beim Zusatz von Kalkwasser, Ammoniak oder verdünnter Kalilauge. In allen diesen Fällen zeigt sich nur ein schmaler Absorptionsstreif zwischen *d* und *C*, der am deutlichsten in dem gleichfalls grünlichen Filtrate erkannt wird.

2. Etwas Schwefelammonium färbt nicht bräunlichgelb, sondern grünlich; dabei entsteht eine Absorption auf *d*, die ein wenig nach *C* und ein Beträchtliches nach *D* übergreift.

3. Alaun färbt violett, bei Anwesenheit von etwas freier Weinsäure aber weinroth.

4. Kupfervitriol in geringer Menge und schwacher Lösung zugesetzt, färbt pensee, in etwas grösserer Menge und concentrirter Lösung zuerst blau, dann nach kürzerem Zwischenraum grünlich. Die blaugefärbte Flüssigkeit zeigt ein dunkles Band, welches von D bis $D\frac{1}{3}E$ am stärksten ist, von $D\frac{1}{3}E$ bis E und andererseits von

D bis fast nach *C* als mehr oder weniger ausgeprägter Schatten übergreift.

5. Geringer Zusatz von 5proc. Bleiacetatlösung trübt die Flüssigkeit und ruft schöngrüne Farbe hervor, welche durch Chlorwasserstoffsäure alsbald rosenroth wird. Stärkerer Zusatz färbt eine schwach saure Malvenfarbstofflösung grauweiss; das Filtrat erscheint schwach röthlich und wird durch Ammoniak grünlich.

Enthält ein Wein Malvenfarbstoff neben echtem Rothweinfarbstoff, so zeigt er folgende Eigenschaften:

1. Er gibt an Amylalkohol ohne Ansäuerung etwas mattrothen Farbstoff ab, welcher durch HCl intensiv roth wird und eine gleichmässig dunkle Absorption zwischen *D* und *E* hervorruft.

2. Er färbt sich

a) mit Ammoniak und auch mit Schwefelammonium grünlich, selbst wenn nur wenig Malvenfarbstoff zugegen ist. Auch Rainweidebeeren würden ihre Anwesenheit durch Grünfärbung nach Zusatz von Ammoniak verrathen; aber ein Wein, der den Farbstoff dieser Beere in nennenswerther Menge enthielte, müsste schon bei der ersten spectroskopischen Betrachtung nach angemessener Verdünnung eine Absorption auf *D* gezeigt haben;

b) mit Kalkwasser grünlich oder graugrün. Das Filtrat erscheint gleichfalls grün, auch wenn nur geringe Mengen Malvenfarbstoff anwesend sind und lässt, in einer Tiefe von mehreren Centimetern betrachtet, einen deutlichen Absorptionsstreif auf *d* hervortreten.

Auch Klatschrosenfarbstoff würde durch Kalkwasser grünlich werden, selbst bei Anwesenheit von echtem Weinfarbstoff; aber das betreffende Filtrat würde dann erstens mehr graugrün erscheinen und zweitens keine Absorption auf *d* bis *D* beschränkt, sondern eine solche zeigen, welche von *d* bis $D\frac{1}{2}E$ reichend ihre grösste Dunkelheit auf *D* hat.

d) Untersuchung des Weines auf Heidelbeerfarbstoff (Fig. 4).

Eine Färbung des Weines mit Heidelbeerfarbstoff ist zu vermuthen, wenn Schütteln mit Amylalkohol diesen ziemlich

stark bläulichroth färbt, und wenn eine solche amylalkoholische Lösung ein Absorptionsband erzeugt, welches den ganzen Raum zwischen *D* und *E* gleichmässig ausfüllt.

Erwiesen wird das Vorhandensein dieses Farbstoffs, wenn der betreffende Wein, mit einigen Tropfen Essigsäure angesäuert und nun mit Aether stark geschüttelt, diesen schwach gelblich färbt, und dann der Aether an eine 5—10proc. Schwefelsäure rosarothe Farbe abgibt. Noch besser erwiesen wird es aber durch die nähere Prüfung des amylalkoholischen Extracts. Enthält dieses den Farbstoff von Heidelbeeren, so wird es, wie wir wissen, bläulichroth, durch einige Tropfen 10proc. Chlorwasserstoffsäure aber carmoisinroth. Die carmoisinrothe Flüssigkeit gibt ein intensives Absorptionsband, welches das ganze Feld zwischen *D* und *E* einnimmt. Die nicht mit Chlorwasserstoffsäure versetzte bläulichrothe amylalkoholische Farbstofflösung wird ferner als diejenige des Heidelbeerfarbstoffs dadurch gekennzeichnet, dass sie, mit ammoniakalischem Wasser geschüttelt, dieses bläulich, mit Kalkwasser geschüttelt, dieses grünlich färbt.

Alle diese Kennzeichen verhindern jede Verwechselung mit Fuchsin. Auch dieses färbt Amylalkohol roth mit schwach bläulichem Schimmer und erzeugt in dem Spectrum ein Absorptionsband, das zwischen *D* und *E* gelegen ist. Aber schüttelt man eine amylalkoholische Fuchsinlösung mit einigen Tropfen 5proc. Chlorwasserstoffsäure, so wird sie nicht carmoisinroth, sondern blasst allmählich ab und verliert dann die Fähigkeit, jenes Band zu erzeugen. Schüttelt man sie mit ammoniakalischem Wasser, so blasst sie ebenfalls ab und färbt letzteres schliesslich nicht bläulich. Auch ist das Absorptionsband der rothen amylalkoholischen Fuchsinlösung von dem der amylalkoholischen Heidelbeerfarbstofflösung wohl zu unterscheiden, wenn man nur angemessen verdünnt (mit Amylalkohol); das Fuchsinband liegt dann nahe an *D* bis $D\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{2}E$, das Heidelbeerfarbstoffband aber nimmt den ganzen Raum zwischen *D* und *E* ein.

Auch mit Carmin wird man den Heidelbeerfarbstoff in der amylalkoholischen Lösung nicht verwechseln können. Amylalkohol entzieht sauren Flüssigkeiten allerdings Carmin und färbt

sich mit demselben roth; aber diese Lösung gibt zwei Absorptionsbänder und wird durch Ammoniak nicht bläulich gefärbt.

Bestätigt wird der Schluss auf Anwesenheit von Heidelbeerfarbstoff im Weine, wenn Zusatz von etwas Ammoniak zu demselben ihn bläulich, darauf blaugrün färbt, Zusatz von Kalkwasser schmutzig grasgrüne Farbe bedingt und nach dem Zusatz des einen wie des anderen Reagens eine matte Absorption von *d* bis $D\frac{1}{2}E$ sich kundgibt.

Die Anwesenheit von Heidelbeerfarbstoff neben echtem Weinfarbstoff wird durch folgende drei Proben erwiesen:

1. Zusatz von 1 ccm einer 5proc. Lösung von Plumb. acet. zu 1 ccm des betreffenden Weines macht blaugrau bis ultramarinblau, und aus dem mit Acid. acet. angesäuerten Niederschlage zieht Aether schwach gelblichen Farbstoff aus, der an schwefelsäurehaltiges Wasser (beim Schütteln) mit rosarother Farbe übergeht.

2. Zusatz von Kalkwasser macht trübe und färbt gelbgrün; das Filtrat erscheint blassgrün und gibt eine Absorption auf *D*.

3. Ammoniak färbt grau und ruft eine von $E\frac{1}{2}D$ bis nach *C* sich erstreckende Absorption hervor.

4. Rothwein, welcher echten Farbstoff und Heidelbeerfarbstoff enthält, wird durch Aetzbarytlösung trübe, dabei grau mit grünlichem Schimmer. Das Filtrat ist nicht gelblich, sondern mattgrünlich und gibt eine schwache Verdunkelung des Feldes von *d* bis $D\frac{1}{2}E$.

5. Die entscheidendste Probe ist die nachfolgende: Hat man durch Extraction des nicht angesäuerten Weines mit Amylalkohol aus der bläulichrothen Farbe, welche letzterer annahm, ersehen, dass Heidelbeersaft zugesetzt war, hat man dies auch noch durch nähere Untersuchung des amylalkoholischen Extracts sicher festgestellt, so behandle man die restirende weinige Flüssigkeit mit concentrirter Salpetersäure, indem man 0,5 ccm mit 50 ccm jener Flüssigkeit mischt. Spätestens nach 1/4 Stunde ist der in ihr noch vorhandene Heidelbeerfarbstoff zerstört. Bleibt der Wein dann noch weinroth, gibt er mit Amylalkohol jetzt noch einmal extrahirt, an diesen rosarothen Farbstoff ab, so kann dies nur derjenige des echten Rothweines sein und wird sich als solcher auch spectroskopisch

(durch eine gleichmässige Verdunkelung des Feldes *D* bis *E*) kundgeben.

e) Untersuchung des Weines auf Rainweidebeerenfarbstoff (Fig. 4).

Der dringendste Verdacht auf Anwesenheit von Rainweidebeerenfarbstoff im Weine wird erweckt, wenn die spectroskopische Betrachtung des letzteren, nachdem er angemessen verdünnt war, ergibt, dass er eine Absorption auf *D* erzeugt. Erwiesen wird die Anwesenheit dieses Farbstoffes, wenn Zusatz von Weinsteinsäure oder Chlorwasserstoffsäure die Farbe des Weines intensiv roth und die eben erwähnte Absorption auf *D* deutlicher hervortreten macht. Kein einziges der gebräuchlichen Weinfärbemittel bietet ein ähnliches Verhalten. Wohl finden wir eine Absorption auf *D* bei Anwesenheit von Methylviolett; aber dann erscheint dies Band auf Zusatz von Chlorwasserstoffsäure schwächer oder verschwindet. Sonst finden wir es bei Anwesenheit von Heidelbeer- und Klatschrosenfarbstoff, dann aber doch nur, wenn der Wein zuvor mit Kalkwasser resp. Ammoniak behandelt worden war. Eine von vornherein durch Acid. tart. oder HCl sich verstärkende Verdunkelung auf *D* und nächster Nachbarschaft ruft lediglich der Farbstoff von Rainweidebeeren hervor.

Ein mit demselben gefärbter Wein wird auch

a) durch Ammoniak zuerst dunkelgrün, darauf fahl,
b) durch concentrirte Kupfervitriollösung bläulich,
c) durch Alaunlösung veilchenblau.

Die Anwesenheit von Rainweidebeeren- neben Wein-Farbstoff erkennt man sicher aus folgenden Zeichen:

1. Amylalkohol zieht aus dem nicht angesäuerten Weine etwas mattrothen, aus dem mit HCl angesäuerten hochrothen Farbstoff;

2. der im Verhältniss von 1 Theil zu 3—4 Theilen Wasser verdünnte Wein lässt, besonders nach Zusatz einiger Tropfen Chlorwasserstoffsäure, sowohl ein Absorptionsband auf dem Felde *b* bis $E\frac{1}{2}D$, als auf *D* und nächster Nachbarschaft hervortreten.

Selbst geringfügige Mengen des Rainweidebeerenfarbstoffs zeigen sich durch die ad 2) notirte Probe an, da Chlorwasserstoffsäure die Absorption auf *D* sehr intensiv hervortreten macht.

f) Untersuchung des Weines auf Lackmus (Fig. 4).

Lackmus wird öfters zur Färbung des röthlichen Champagners benutzt. Um diesen Farbstoff nachzuweisen, genügt der Zusatz von Liq. Amm. caust. zu dem betreffenden Weine. Färbt sich derselbe blau und gibt er gleichzeitig eine matte Absorption auf *D*, nach rechts wie links übergreifend, so kann der betreffende Farbstoff nur Lackmus sein. Heidelbeerfarbstoff zeigt allerdings eine ähnliche Reaction und das gleiche spectroskopische Bild auf Zusatz von Ammoniak. Aber dieser Farbstoff wird zu dem eben erwähnten Zwecke nicht benutzt und ausserdem durch Ammoniak nicht reinblau gefärbt. Sollten Bedenken aufsteigen, so kann man den betreffenden Wein mit etwas verdünnter Salzsäure versetzen und dann stark mit Aether ausschütteln. Ist dieser röthlichgelb gefärbt, gibt er ein, wenn auch nur mattes Absorptionsband neben *E* nach *D* hin und färbt er sich durch überschüssiges Ammoniak blau, so war Lackmus vorhanden. Noch besser aber ist es, den Wein nach erfolgter Ansäuerung mit Amylalkohol auszuziehen. Dieser nimmt fast sämmtlichen Lackmusfarbstoff aus sauren Lösungen auf, zeigt dann rothgelbe Farbe und ein Band neben *E* nach $E\frac{1}{3}D$. Heidelbeerfarbstoff würde unter gleicher Voraussetzung carmoisinroth färben und eine gleichmässige Absorption von *E* bis *D* hervorrufen.

g) Untersuchung des Weines auf den Farbstoff rother Rüben (Fig. 4).

Den Zusatz des Farbstoffs rother Rüben kann man vermuthen, wenn selbst eine starke Verdünnung desselben die Farbe immer noch schön weinroth erscheinen lässt, wenn der geschüttelte Wein rothen Schaum zeigt und trotzdem nicht das Fuchsinband gibt, sondern ein dunkles Band von *b* bis fast nach *D* hervorruft.

Der Zusatz dieses Färbemittels ist als erwiesen anzunehmen, wenn

1. der Wein mit 5 proc. Chlorwasserstoffsäure nicht johannisbeerroth, sondern bleibend lilaroth wird und dabei an Amylalkohol gar keinen Farbstoff abgibt;

2. wenn er mit Liq. Amm. caust. (1 Tropfen auf 1 ccm Wein), gelb, mit dem gleichen Volumen Kalkwasser ebenfalls gelb wird;

3. wenn er mit Natr. carb. schmutzig weinroth sich färbt und dann ein mattes Absorptionsband von *E* bis *D* erzeugt.

4. wenn er mit kleinen Mengen concentrirter Kupfervitriollösung (0,5 : 3 ccm Wein) fahlfarbig wird, nach dem Kochen mit derselben aber grün erscheint.

Das Vorhandensein von echtem Rothweinfarbstoff neben demjenigen der rothen Rüben wird als erwiesen zu betrachten sein, wenn

1. Amylalkohol etwas mattweinrothen Farbstoff auszieht, der durch Salzsäure schön rosaroth wird;

2. wenn Natr. carb., bis zur entschieden alkalischen Reaction zugesetzt, den Wein schmutzig weinroth färbt und die Flüssigkeit dann bei angemessener Verdünnung eine matte Absorption auf *d* bis *C* und von *D* bis *E* hervorruft. Diese letztere Probe ist so sicher, dass sie den Farbstoff der rothen Rüben auch dann noch anzeigt, wenn die Rothfärbung von ihm nur zu einem Dritttheil, vom echten Weinfarbstoff aber zu zwei Dritttheilen bedingt war. Ich kenne keinen anderen zu Weinfärbung benutzten Farbstoff, der durch Natr. carb. in gleicher Weise verändert wird und nach Zusatz dieses Agens ein gleiches spectroskopisches Verhalten zeigt.

h) Untersuchung des Weines auf Klatschrosenfarbstoff (Fig. 4).

Die Färbung eines Weines mit Klatschrosenfarbstoff darf vermuthet werden, wenn ein Zusatz von etwas Liq. Amm. caust. oder Natr. carb. eine graugrünliche Farbe hervorruft und dabei eine Absorption auf *D* und Nachbarschaft erzeugt. Eine grünliche Farbe und die eben erwähnte Absorption tritt durch Liq. Amm. caust., durch Aetzbarytlösung und durch Kalk-

wasser ausserdem in keinem andern, mit künstlichem Farbstoff versetzten Weine auf. Der Heidelbeerwein zeigt die nämliche Absorption, ist aber leicht als solcher zu erkennen; er gibt ohne weitere Ansäuerung und nach Ansäuerung mit Chlorwasserstoffsäure an Amylalkohol reichlich Farbstoff ab und wird auch durch Liq. Amm. caust. mehr bläulichgrau, nicht graugrün. Der Malvenfarbstoffwein wird durch Liq. Amm. caust. gleichfalls grün, aber nicht graugrün, und ergibt nach diesem Zusatz einen Absorptionsstreif auf *d*, nicht auf *D*. Auch der mit Rainweidebeersaft versetzte Wein erscheint nach Ammoniakzusatz grün, selbst graugrün, wie der Klatschrosenfarbstoffwein, aber gibt einen Absorptionsstreif auf *d* und kennzeichnet sich überdies vor der Beimengung von Ammoniak durch seine oben beschriebene charakteristische Absorption auf *D*. Endlich mache ich auf die Probe mit Solutio Pl. acet. aufmerksam. Ein Wein mit Klatschrosenfarbstoff wird nach erfolgter Neutralisation durch sie tief grauschwarz, das betreffende Filtrat aber ist penseefarbig und gibt eine Absorption von *d* bis $D\frac{3}{4}E$, wird durch Säuren intensiv weinroth und gibt dann eine dunkle Absorption von *b* bis $E\frac{1}{2}D$. Eine Täuschung ist nach allem diesem unmöglich.

Ein Wein, welcher echten Rothweinfarbstoff und daneben Klatschrosenfarbstoff enthält, zeigt folgende Reactionen:

1. Er gibt an Amylalkohol mattweinrothen Farbstoff ab und diese amylalkoholische Lösung wird durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure schön rosaroth;

2. er wird durch Aetzbarytlösung nicht bräunlichgelb, sondern schmutzig graugrün gefärbt, und das schmutzig graugrüne Filtrat gibt eine matte Absorption auf *D*, sowie rechts und links von dieser Linie;

3. er wird durch Kalkwasser schmutziggrünlich, und das Filtrat gibt eine matte Absorption auf *D*, sowie rechts und links von dieser Linie;

4. er wird durch 5proc. Lösung von Pl. acet. grauschwarz, wenn er vorher neutralisirt worden war, das Filtrat erscheint fast penseeartig und gibt eine matte Absorption von *d* bis $D\frac{1}{2}E$.

i) Untersuchung des Weins auf den Farbstoff von Blauholz resp. Rothholz (Fig. 5).

Das Vorhandensein des Blauholzfarbstoffes im Weine ist dringend wahrscheinlich, wenn dieser beim Schütteln mit Aether an letzteren gelbe Farbe abgibt. Als erwiesen ist es anzusehen, wenn

1. die gelbe, ätherische Lösung mit ammoniakalischem Wasser versetzt sich dunkel violettroth färbt, durch geringes Schütteln den gesammten Farbstoff an dies ammoniakalische Wasser abgibt und letzteres dann eine dunkle Absorption von D bis $D\frac{1}{2}E$ oder bis E zeigt, und wenn

2. die nämlichen Reactionen und das nämliche spectroskopische Verhalten einer amylalkoholischen Lösung zukommt.

Die nämliche Probe, d. h. die Extraction mit Aether lässt auch den Farbstoff des Fernambuk- oder Rothholzes erkennen. Der Aether färbt sich auch durch diesen Farbstoff gelb. Schüttelt man eine solche Lösung mit ammoniakalischem Wasser, so wird letzteres rubinroth und gibt dann ein dunkles Band neben E, von dieser Linie bis $D\frac{1}{2}E$ oder $D\frac{3}{4}E$ reichend.

Man kann übrigens auch, wenn man ein gelb gefärbtes ätherisches Extract erhält, den Aether verdunsten und den Rückstand mit Kalkwasser aufnehmen. Wird letzteres blau gefärbt, so war Blauholzfarbstoff, wird es violettroth gefärbt, so war Rothholzfarbstoff zugesetzt.

Durch vielfaches Ausschütteln mit Aether kann man den Wein ganz von Blau- resp. Rothholzfarbstoff befreien. Die restirende weinige Flüssigkeit wird man dann auf etwaige andere Farbstoffe, auch auf den des echten Weines untersuchen.

k) Die Untersuchung des Weines auf Carmin (Fig. 5).

Auf die Anwesenheit von Carmin im Weine kann man mit grosser Bestimmtheit schliessen, wenn man bei angemessener Verdünnung desselben zwischen den Linien D und b zwei dunkle Absorptionsbänder wahrnimmt, welche mit den Oxyhämoglobinbändern ziemliche Aehnlichkeit haben. Diese Annahme wird zur Gewissheit, wenn Zusatz von Ammoniak zum Weine die rothe Farbe nicht beseitigt, auch die Bänder nicht bloss nicht vernichtet,

sondern eher noch stärker hervortreten lässt. Die Feststellung dieser Merkmale genügt vollständig zur Abgabe eines entscheidenden Urtheils, da kein anderer zur Färbung des Weines benutzter Farbstoff, auch keine Combination zweier Farbstoffe gleiche Eigenschaften zeigt, wie diejenigen, welche das Carmin kennzeichnen.

Für den Ungeübten wäre allenfalls eine Verwechselung mit Orseille möglich. Aber dieser Farbstoff gibt in neutraler, wie in ammoniakalischer Lösung neben den beiden Bändern zwischen *D* und *Eb* auch noch ein drittes zwischen *b* und *F*; ferner liegt bei der Orseille das eine Band neben *E* nach *D* hin, bei Carmin dagegen auf *bE*, und endlich färbt Ammoniak die Orseillelösung pensee, nicht carmoisinroth.

Wein, welcher echten Farbstoff und Carmin zusammen enthält, wird weder durch Ammoniak, noch durch Schwefelammonium, auch nicht durch Natronlauge der röthlichen Farbe vollständig beraubt; er bleibt mehr oder weniger roth und zeigt nach diesen Zusätzen, durch welche ja die Farbe des echten Rothweins vernichtet wird, die Carminbänder noch deutlich genug. Zusatz von Aetzbarytlösung macht den Wein, welcher beide hier genannte Farbstoffe enthält, trübe roth; und das Filtrat, gleichfalls roth, zeigt die Carminbänder.

Das Vorhandensein von echtem Weinfarbstoff neben Carmin ist auch dadurch zu constatiren, dass man den Wein zunächst mehrfach hinter einander mit Amylalkohol extrahirt. Dieser nimmt ja aus schwach weinsauren Lösungen leicht allen Carminfarbstoff an sich. Zeigt dann die restirende Flüssigkeit nicht mehr die Carminbänder, ergibt sich vielmehr, dass sie die chemischen Reactionen sowie das spectroskopische Verhalten des Rothweines darbietet, so darf man behaupten, dass der Farbstoff des letzteren neben Carmin vorhanden war.

l) Untersuchung des Weines auf Orseillefarbstoff (Fig 2[7]).

Ein Wein, welcher mit Orseille gefärbt ist, kennzeichnet sich chemisch und spectroskopisch durch dieselben Merkmale, welche oben angegeben wurden, als von dem Nachweise dieses

Farbstoffs in Liqueuren die Rede war. Ich kann mich also auf das dort Mitgetheilte beziehen. Handelt es sich darum, kleinere Mengen des Orseillefarbstoffs neben demjenigen des echten Rothweins oder einem anderen Farbstoff aufzufinden, so empfiehlt es sich, den betreffenden Wein mit Aether anszuschütteln, nachdem vorher etwas Liq. Amm. caust., 2 Tropfen auf 2 ^{ccm} Wein, zugesetzt wurden. Ist Orseillefarbstoff anwesend, so geht dieser mit Penseefarbe in den Aether über und erzeugt zwei Bänder, ein breiteres dunkleres auf und neben D nach $D\frac{1}{3}E$, sowie ein sehr schmales, matteres auf $D\frac{6}{8} - \frac{7}{8}E$. Keine andere ätherische Farbstofflösung gibt gleiche Absorptionen. Deshalb ist diese Probe entscheidend.

Schliesslich bemerke ich noch anderen Angaben gegenüber, dass eine 5proc. Lösung von Pl. acet. den Orseillefarbstoff auch aus weinsteinsaurer Lösung fast vollständig ausfällt, dass das betreffende Filtrat nur schwach röthlich gefärbt ist, dass also auch aus diesem Grunde eine Verwechselung des genannten Farbstoffs mit dem Fuchsin gar nicht möglich ist, von der so oft gesprochen wird.

An der Hand dieser Feststellungen und der alsbald folgenden tabellarischen Uebersicht wird es im gegebenen Falle nicht schwierig sein, die Entscheidung über die Natur der Farbstoffe eines Rothweines zu treffen. Es gibt nun noch eine andere Methode der Prüfung, nämlich folgende:

Man versetzt den Wein mit einer 5proc. Lösung von Pl. acet., zwei Theile des ersteren mit einem Theile der letzteren. Dadurch findet eine Ausfällung des echten Rothweinfarbstoffs und aller Weinfärbemittel mit Ausnahme des Fuchsin und Methylviolett statt. Filtrirt man, so lässt sich die durchlaufende Flüssigkeit mit Leichtigkeit auf die letztgenannten Farbstoffe sowohl direct, als auch nach Ausschütteln mit Amylalkohol, prüfen. Die Anhaltspunkte hierfür sind in der voraufgehenden Darstellung vorhanden. Weiterhin ist der Niederschlag zu untersuchen. Dies geschieht am besten dadurch, dass man ihn, nachdem er gehörig ausgewaschen und getrocknet wurde,

1. ohne weiteren Zusatz mit Aether auszieht;

2. dann mit etwas Essigsäure ansäuert und nochmal mit Aether auszieht;

3. nach der Operation ad 2 ihn mit Amylalkohol auszieht;

4. nach der Operation ad 3 ihn mit ammoniakalischem Wasser auszieht und die einzelnen Extracte nach den vorhin gegebenen und in der nachfolgenden Uebersicht noch einmal dargelegten Anhaltspunkten chemisch, sowie spectroskopisch prüft.

Ich bemerke aber ausdrücklich, dass diese Methode durchaus nicht immer ein völlig sicheres Resultat gibt und zwar deshalb, weil die Präcipitation des Rothweinfarbstoffs und einzelner anderer Farbstoffe keine vollständige ist, andererseits aber Fuchsin und Methylviolett zu einem Theile mit niedergeschlagen werden, und weil durch das Präcipitationsmittel eine Veränderung gewisser Farbstoffe stattfindet, welche ihr späteres Aufsuchen in hohem Grade erschwert. Will man also das bezeichnete Verfahren anwenden, was unter Umständen gewiss am Platze ist, so erinnere man sich dabei der Thatsachen, welche soeben angegeben wurden.

Uebersicht über das spectroskopische Verhalten und die chemischen Reactionen des echten, sowie des mit Färbemitteln verfälschten Rothweines [1]).

1. Der mit Wasser im Verhältniss von 1 : 1 verdünnte Wein wird in einer 1 cm tiefen Schicht spectroskopisch untersucht.

Es findet sich

a) eine nicht scharf abgeprägte zwischen *b* und *D* befindliche, zwischen *b* und $E\frac{1}{2}D$ am stärksten hervortretende Absorption = echter Rothwein, Wein mit Klatschrosenfarbstoff, mit Heidelbeerfarbstoff, mit dem Farbstoff rother Rüben, mit Lackmus, mit Malve.

b) ein ziemlich scharf begrenztes zwischen *E* und *D* liegendes dunkleres Band = Fuchsinwein.

c) ein dunkler Absorptionsschatten auf *D*, der einerseits bis nach *d*, andererseits bis nach $D\frac{1}{2}E$ sich erstreckt = Rainweidebeerenwein; Wein mit Methylviolett.

1) Die Versuchsweine wurden aus Wasser, Alkohol, der betreffenden Farbstofflösung, etwas Bernsteinsäure, Essigsäure und saurem weinsteinsaurem Kali hergestellt.

- d) zwei schmale Bänder, von denen eines neben D nach der blauen Seite hin, das andere etwas breiter und etwas dunkler auf Eb liegt = Carminwein.
- e) zwei Bänder, von denen eines auf D und von D nach $D\frac{1}{3}E$, das andere auf $D\frac{6}{8}$—$\frac{7}{8}E$ liegt = Wein mit Orseille.

2. Der Wein wird mit Amylalkohol ausgeschüttelt. Die amylalkoholische Schicht ist

- a) ungefärbt = Malvenwein, Klatschrosenwein, Wein mit Rothrübenfarbstoff, mit Rainweidebeerfarbstoff.
- b) schwach weinroth oder bräunlichroth gefärbt, durch Chlorwasserstoffsäure schön rosaroth werdend und dann ein Absorptionsband erzeugend, das gleichmässig dunkel den Raum zwischen D und E ausfüllt = echter Rothwein.
- c) fuchsinroth gefärbt, ein dunkles Band neben D und von da bis fast E zeigend, durch Ammoniak rascher, durch concentrirte Salzsäure langsamer und nur bei stärkerem Schütteln sich entfärbend = Fuchsinwein.
- d) bläulichroth gefärbt, durch Chlorwasserstoffsäure sofort carmoisinroth werdend, ein Absorptionsband von E bis D hervorrufend = Heidelbeersaftwein.
- e) violettblau, ein Absorptionsband auf D zeigend, Wein mit Methylviolett.
- f) gelbroth gefärbt, durch Ammoniak blau sich färbend = Lackmuswein.
- g) gelblich gefärbt, keine Absorption zeigend, durch Ammoniak roth werdend = Wein mit Blau- oder Rothholz.
- h) bräunlichroth gefärbt, die Absorptionen der amylalkoholischen Orseillelösung gebend = Wein mit Orseille.

3. Der Wein wird mit Aether ausgeschüttelt. Die ätherische Lösung ist

- a) ungefärbt und hinterlässt keinen gefärbten Rückstand = echter Rothwein, Wein mit Malve, mit Rothrübe, mit Klatschrosenfarbe.
- b) ungefärbt mit 10proc. Schwefelsäure geschüttelt, diese rosaroth färbend und eine Absorption von b bis $E\frac{1}{4}D$ hervorrufend = Wein mit Heidelbeersaft.

c) röthlich gefärbt zwischen D und E ein schmäleres oder breiteres Absorptionsband hervorrufend, einen rothen Rückstand hinterlassend, der durch concentrirte Mineralsäuren rasch gelblich, durch Ammoniak nach kurzer Zeit blass wird = Fuchsinwein, doch nur, wenn stark alkoholhaltig.

d) mattgelb gefärbt, mit 10proc. Schwefelsäure geschüttelt, diese roth färbend und eine Absorption auf E bis $E\frac{1}{4}D$ bewirkend, mit Ammoniak sich blau färbend = Lackmuswein.

e) gelblich, ohne Absorptionsband hervorzurufen, durch Ammoniak violettroth werdend, dann die Farbe leicht an Wasser abgebend und in diesem eine Absorption neben D nach E hin erzeugend = Wein mit Blau- resp. Rothholzfarbe.

f) gelblich, ohne Absorptionsband, durch Ammoniak penseefarbig und dann 2 Bänder zwischen D und E gebend = Orseillewein.

g) bläulich, eine Absorption auf D hervorrufend, durch Ammoniak in kurzer Zeit verblassend = Wein mit Methylviolett, doch nur, wenn er sehr reich an Alkohol ist.

4. Der Wein wird mit 2 Theilen Wasser verdünnt und mit dem gleichen Volumen einer 10proc. Chlorwasserstoffsäure versetzt. Er wird

a) intensiv johannisbeerroth und lässt ein dunkles, ziemlich gut begrenztes Absorptionsband von b bis $E\frac{2}{3}D$ hervortreten = echter Rothwein, Wein mit Malve, mit Heidelbeere, mit Rothrübe.

b) tieflilaroth, dann matt blauroth, dann blass = Fuchsinwein.

c) tieflilaroth, die Farbe gar nicht verändernd, zwei Absorptionsbänder zwischen b und D hervorrufend = Wein mit Carmin.

d) ziegelroth, durch überschüssiges Ammoniak sich bläuend = Wein mit Lackmus.

e) intensiv weinroth, eine Absorption auf D gebend = Wein mit Rainweidebeersaft.

f) bläulicher werdend, eine Absorption auf D gebend, die allmählich schwächer wird = Wein mit Methylviolett.

g) matt gelblich, kein Band hervorrufend = Wein mit Blau- resp. Rothholzfarbe.

h) schwach lila, eine Absorption auf *b* bis *E*⅓*D* gebend, durch überschüssiges Ammoniak penseefarbig = Orseillewein.

5. Es werden 5 ccm des betreffenden Weines mit 0,5 concentrirter Salpetersäure versetzt. Die Farbe erscheint

a) tief johannisbeerroth und bleibt so = echter Rothwein.
b) hochroth, aber nach wenigen Minuten oder Stunden gelbroth und dann fahl = Wein mit Malve, Klatschrose, Rothrübe, Rainweide, Heidelbeeren.
c) ziegelroth bis rosaroth und zwar bleibend, einen Absorptionsstreif neben *E* nach *D* hin erzeugend = Lackmuswein.
d) alsbald fahl = Wein mit Fuchsin, mit Blau- resp. Rothholz.
e) röthlichgelb, zwei Absorptionen zwischen *F* und *b*, resp. *E* und *D* zeigend, allmählich mattgelb und die Absorptionen verlierend = Wein mit Carmin.
f) röthlichgelb, bleibend, zwei Absorptionen zwischen *bF* resp. *ED* gebend = Wein mit Orseille.

6. Der Wein wird unverdünnt mit einigen Tropfen einer 1 proc. Chlorwasserstoffsäure versetzt und alsbald mit Amylalkohol ausgeschüttelt. Die amylalkoholische Schicht ist

a) hochrosaroth, fast fuchsinartig, eine dunkle, gleichmässig schattirte Absorption von *D* bis *E* zeigend, durch Ammoniak sofort aschfahl werdend = echter Rothwein.
b) rubinroth, ein Absorptionsband von *D* bis fast nach *E* zeigend, durch Ammoniak sofort bläulichgrau werdend = Heidelbeerwein.
c) braunroth bis rubinroth, ein schmales Band auf *D* bis *D*½*d*, ein Band von *b* bis *E*½*D* und ein drittes von *F* bis *b*½*F* gebend = Wein mit Orseille.
d) carmoisinroth, zwei Absorptionsbänder zwischen *b* und *D* gebend, die durch Ammoniak nicht schwinden = Carminwein.
e) fuchsinroth, ein dunkles Absorptionsband fast von *D* bis *D*½*E* gebend, durch Ammoniak allmählich abblassend = Fuchsinwein.
f) blauviolett, eine Absorption auf *D* bis *d* zeigend = Wein mit Methylviolett.

g) gelblich, kein Absorptionsband erzeugend, durch Ammoniak violettroth oder rubinroth werdend = Wein mit Blau- resp. Rothholzfarbe.

h) gelbroth, ein Band zwischen *D* und *E* zeigend, durch Ammoniak blau werdend = Lackmuswein.

i) ungefärbt = Wein mit Malven-, Klatschrosen-, Rainweiden-, Rothrübenfarbstoff.

7. Der Wein wird mit etwas Ammoniak (1 Tropfen Liq. Amm. caust. auf 1 ccm) versetzt und so weit verdünnt, dass er in einer 2 cm tiefen Schicht hinreichend genau spectroskopirt werden kann. Er erscheint

a) bräunlich mit einer Nuance von Olivengrün und erzeugt eine allmählich schwächer werdende schmale Absorption auf *d* nach *C* = echter Rothwein.

b) grün, einen Absorptionsstreif auf *d* zeigend = Wein mit Malve, Wein mit Rainweidebeersaft.

c) graugrün, eine Absorption auf *D* und Nachbarschaft gebend = Wein mit Klatschrosenfarbe.

d) blau, eine nicht scharf begrenzte Absorption von *C* bis $D\frac{1}{2}E$ und einen Schatten von da bis *E* erzeugend = Wein mit Lackmus.

e) blaugrau, eine Absorption auf *D* und Nachbarschaft gebend = Wein mit Heidelbeersaft.

f) blauviolett, dann mattblau, schliesslich blass, und so lange blau, ein Band auf *D* bis *d* gebend = Wein mit Methylviolett.

g) pensee, drei Bänder zwischen *D* und *F* gebend = Wein mit Orseille.

h) violettroth, ein dunkles Band neben *D* bis $D\frac{1}{2}E$ gebend = Wein mit Blauholzfarbe.

i) carmoisinroth, ein dunkles Band fast von *E* bis $E\frac{2}{3}D$ gebend = Wein mit Rothholzfarbe.

k) zuerst fuchsinroth und dann ein Band zwischen *D* und *E* gebend, darauf weinroth, dann mattroth, dann blass und nunmehr kein Band mehr gebend = Wein mit Fuchsin.

l) carmoisinroth, zwei Bänder zwischen *D* und *b* gebend = Carminwein.

m) gelblichroth, dann fahlgelb oder gelb = Wein mit Rothrübenfarbe.

8. Der Wein wird mit dem 3fachen Volumen Kalkwasser versetzt. Er wird

a) schmutzig hellbräunlich, trübe mit bräunlichen Flocken; das Filtrat ist schwach fahlgelb, zeigt kein Absorptionsband, wird durch überschüssige Salzsäure matt rosaroth = echter Wein.

b) violettroth, stark trübe; das Filtrat ist hellviolett, gibt zwei Bänder zwischen D und b = Wein mit Carmin.

c) violettroth und gibt ein dunkles Band von D bis $D\frac{5}{8}E$ = Wein mit Rothholzfarbe.

d) blau und gibt eine matte gleichmässige Absorption von D bis fast nach E hin = Wein mit Blauholzfarbe.

e) gelblichfahl = Wein mit Rothrübenfarbe.

f) pensee und gibt drei Absorptionen zwischen D und b = Wein mit Orseille.

g) schmutzig blaugrün und gibt einen Absorptionsschatten von E bis $D\frac{2}{5}E$ = Wein mit Heidelbeersaft.

h) grün und gibt einen Absorptionsstreif auf d = Wein mit Malve, mit Rainweidebeeren.

i) grünlichgrau und gibt eine Absorption auf D = Wein mit Klatschrosenfarbe.

k) zuerst lila, dann ganz blass = Wein mit Fuchsin.

l) zuerst bläulich, dann ganz blass = Wein mit Methylviolett.

9. Der Wein wird mit sehr concentrirter Kupfervitriollösung (2^{ccm} des ersteren mit 5^{ccm} der letzteren) versetzt. Er wird

a) stahlgrau, vom rothen Ende bis d das Spectrum auslöschend, durch Kochen grün sich färbend = echter Rothwein.

b) röthlichblau unter Verschwinden jedes Bandes, durch Kochen blau, dann fahl = Wein mit Heidelbeerfarbe.

c) schmutzig bläulich unter Verschwinden jedes Bandes = Wein mit Rainweidebeersaft.

d) graufahl unter Verschwinden jedes Bandes = Wein mit Orseille, Wein mit Rothrübensaft.

e) kupferfarben unter Hervortreten eines Bandes von $D\frac{1}{2}E$ bis $b\frac{1}{2}F$ = Wein mit Klatschrosenfarbe.

f) rubin- bis tiefweinroth, ein dunkles Band von *b* bis fast nach *D* hin gebend = Wein mit Malve.

g) schmutzig grauröthlich bis ganz matt penseefarbig unter Verschwinden jedes Bandes = Wein mit Lackmus.

h) gelb bis gelbbraun unter Hervortreten einer nicht scharf begrenzten Absorption von *F* bis $E\frac{1}{2}D$ = Wein mit Blau- oder Rothholzfarbe.

i) wenig verändert in Farbe und Absorption, ein Band zwischen *D* und *E* gebend = Wein mit Fuchsin.

k) bläulich, eine Absorption auf *Dd* gebend = Wein mit Methylviolett.

10. Der Wein wird mit dem gleichen Volumen einer 5proc. Lösung von Pl. acet. versetzt. Er wird

a) schiefergrau, durch Zusatz von etwas 10proc. Milchsäure rosaroth werdend und dann ein Band von *b* bis $E\frac{1}{2}D$ bietend = echter Rothwein.

b) grauweiss mit schwach röthlichem Schimmer, Filtrat schwach röthlich, durch Ammoniak blau werdend = Wein mit Lackmus.

c) blauröthlich, das Filtrat schwach röthlich, durch 10proc. Milchsäure rosaroth, durch Ammoniak graublau werdend = Wein mit Heidelbeerfarbstoff.

d) graublauschwarz, Filtrat ganz schwach grau = Wein mit Blauholz.

e) gelblichweiss, Filtrat schwach gelblich, durch Ammoniak bläulichweiss werdend = Wein mit Rothholz.

f) grauweiss, Filtrat schwach röthlich, durch Ammoniak grün = Wein mit Malve.

g) röthlich schiefergrau, Filtrat ziemlich stark röthlich, durch Ammoniak schmutzig graugrün = Wein mit Klatschrosenfarbe.

h) helllila, Filtrat blasslila, fast völlig blass, durch Ammoniak weisslich, durch 10proc. Milchsäure rosaroth = Wein mit Rothrübenfarbe.

i) schmutzig lila, Filtrat fast wasserfarbig, durch Ammoniak matt bläulich, durch 10proc. Milchsäure schwach gelblich-röthlich gefärbt = Wein mit Orseille.

k) unverändert, nur etwas trübe, Filtrat intensiv roth, das Fuchsinband gebend = Wein mit Fuchsin.

l) unverändert, nur trübe, Filtrat bläulich oder bläulichroth, das Methylviolettband gebend = Wein mit Methylviolett.

11. Der Wein wird mit 2proc. Alaunlösung versetzt und zwar zu gleichen Theilen. Er wird

a) etwas intensiver gefärbt, gibt etwas dunklere und begrenztere Absorption auf b bis $E\frac{3}{4}D$ = echter Rothwein.

b) in der Farbe wenig verändert, vor wie nach dem Zusatze zwei Bänder zwischen b und D zeigend = Wein mit Carmin.

c) in der Farbe wenig verändert, das Fuchsinband gebend = Wein mit Fuchsin.

d) in der Farbe wenig verändert, das Methylviolettband gebend = Wein mit Methylviolett.

e) johannisbeerroth, gibt ein Band von D bis E, wird durch überschüssiges Ammoniak blaugrau = Wein mit Heidelbeerfarbstoff.

f) hellweinroth, erzeugt ein Band von b bis $E\frac{3}{4}D$, wird durch überschüssiges Ammoniak zuerst bläulich, dann grünlich, bei absoluter Neutralisation eine Absorption auf d bis $D\frac{1}{2}E$ gebend = Wein mit Malve.

g) gelbroth oder gelb, unter Verschwinden jedes Bandes, bei erfolgender Neutralisation pensee unter Hervortreten eines Bandes von D bis $D\frac{1}{2}E$ = Wein mit Blauholz.

h) gelbroth, unter Verschwinden jedes Bandes, bei erfolgender Neutralisation roth, unter Hervortreten eines Bandes fast von E bis $E\frac{5}{8}D$ = Wein mit Rothholz.

i) rosaroth, unter Hervortreten eines Bandes zwischen D und E, durch überschüssiges Ammoniak blau werdend = Wein mit Lackmus.

k) bläulich carmoisinroth oder weinroth, ein Band von b bis $E\frac{3}{4}D$ gebend; durch überschüssiges Ammoniak auf einen Augenblick bläulich, dann fahl, zuletzt gelb = Wein mit Rothrübenfarbstoff.

l) kupferroth, ein Band von b bis $E\frac{1}{2}D$ gebend = Wein mit Klatschrosenfarbstoff.

m) gelbroth, durch überschüssiges Ammoniak penseefarbig und dann 3 Bänder zwischen *D* und *F* gebend = Wein mit Orseille.

Spectroskopische Untersuchung des Weines auf Alaun. (Fig. 6.)

Auch den Alaungehalt eines Weines kann man sicher und bequem mittels des Spectroskopes nachweisen. Die chemische Bestimmung eines solchen Zusatzes ist bekanntlich recht weitläufig, mag man die Thonerde in der Asche aufsuchen, oder den Alaun direct in der vom Farbstoff befreiten Flüssigkeit zu finden sich bemühen. Die spectroskopische Prüfung ist aber so einfach, dass Jeder, der überhaupt zu spectroskopiren versteht, sie in wenigen Minuten ausführen kann, und gibt dabei in ihrer Genauigkeit, wie wir sehen werden, der chemischen Prüfung nichts nach.

Zum besseren Verständniss meiner Methode schicke ich Folgendes vorauf.

Versetzt man eine wässerige Lösung des Blauholzfarbstoffs mit einem geringfügigen Quantum von Natr. carb., so wird sie tief purpurroth und gibt dann ein dunkles Absorptionsband, welches von der Linie *D* bis $D\frac{1}{2}E$ oder noch weiter nach *E* reicht, je nach dem Grade der Concentration. Das Band schneidet nach dem rothen Ende scharf bei *D* ab. Setzt man zu solcher ganz schwach alkalischen Lösung ein wenig Alaun, so färbt sie sich violett, später violettblau und gibt nunmehr die eben erwähnte Absorption nur noch sehr schwach, dafür aber eine andere, welche von *D* bis *d* reicht, ihr stärkstes Dunkel auf *D* hat und von da allmählich schwächer wird.

Dieses charakteristische Verhalten kann man gut benutzen, um Alaun im Weine aufzufinden. Zu dem Ende versetzt man 2^{cm} desselben mit 4^{ccm} Aq. dest., schüttelt und fügt vorsichtig kleine Mengen Natr. carb. bis zur Neutralisation oder ganz schwachen Alkalisirung hinzu. Die Farbe wird mehr oder weniger gelbbräunlich erscheinen. Jetzt giesst man circa 6 Tropfen einer sehr gesättigten wässerigen Lösung des Blauholzfarbstoffs hinzu

und beobachtet die Farbe. Ist kein Alaun vorhanden, so erscheint sie bräunlichroth, ist Alaun vorhanden violettroth, nach einiger Zeit violett, dann violettblau. Doch begnüge man sich nicht mit der Feststellung der Farbe allein; dies kann bei Anwesenheit sehr geringer Mengen Alaun täuschen. Untersucht man spectroskopisch, so findet man das Feld von D bis d entweder beschattet oder nicht. In letzterem Falle ist Alaun in nennenswerther Menge nicht vorhanden, in ersterem aber ist es vorhanden, gleichviel ob eine Absorption auf der andern Seite von D beobachtet wird oder nicht. Ich kenne wenigstens keine im Weine vorkommende Substanz, auch keine zu Fälschungszwecken zugesetzte, welche in gleicher Weise auf Blauholzlösung einwirke, wie hier angegeben ist.

Was die Genauigkeit dieser spectroskopischen Alaunprobe anbelangt, so gelingt es auch dem Ungeübten, mit ihr einen Gehalt von 0,1 : 100,0 nachzuweisen. Ein Geübter findet mit Sicherheit noch einen Gehalt von 0,06 : 100,0. Die Methode dürfte demnach dem praktischen Zwecke vollauf genügen.

Nach Vogel ist auch Purpurin ein äusserst empfindliches Reagens auf Alaun. Er gibt an, dass letzteres das spectroskopische Verhalten jenes Farbstoffs sehr charakteristisch verändere, auch dann noch, wenn in 1^{ccm} Flüssigkeit nur 1^{mg} des Alaun vorhanden sei. Ich habe viele Versuche mit Purpurin aus verschiedenen Fabriken angestellt, kann aber die Angaben des genannten Autors nicht bestätigen. Sonst hätte es sehr nahe gelegen, auch mit Purpurin den Wein auf Alaun zu prüfen.

Dagegen kann man den Rothholzfarbstoff in ganz ähnlicher Weise wie den Blauholzfarbstoff zum Alaunnachweise benutzen. Ich theile das betreffende Verfahren mit, weil es sehr oft am Platze ist, eine Controlprobe anzuwenden.

Eine ganz schwach mit Natr. carb. alkalisirte, wässerige Rothholzfarbstofflösung ist violettroth und gibt eine dunkle Absorption neben E, fast von dieser Linie bis $E\frac{5}{8}D$. Setzt man zu einer solchen Lösung ein wenig Alaun, so wird sie johannisbeerroth und ruft nunmehr nicht die eben erwähnte Absorption, sondern eine andere hervor, welche weniger dunkel von D bis

$D\frac{6}{8}E$ reicht und nach E zu mit einem Schatten endigt. Will man an der Hand dieser Kenntniss einen Wein auf Alaun prüfen, so vermischt man 2 ccm desselben mit 4 ccm Aq. dest., setzt vorsichtig sehr wenig Natr. carb. zur schwachen Alkalisirung und dann 6 Tropfen einer gesättigten wässerigen Rothholzfarbstofflösung hinzu. Die Farbenänderung spielt keine Rolle, wohl aber das spectroskopische Bild. Constatirt man ein Absorptionsband, das von D bis $D\frac{3}{4}E$ reicht und nach E zu schattig ausläuft, so ist Alaun vorhanden. Die Genauigkeit dieser Probe ist reichlich diejenige der Blauholzfarbstoffprobe.

(Schluss folgt.)

Der sogenannte „Hamburger Sherry".

Von

Dr. E. List,

Vorstand des chem. Laboratoriums für Weinbau in Würzburg.

Es ist wohl grösstentheils der Gehalt an Weingeist, der die weite Verbreitung der südlichen, alkoholreichen Weine zum Gebrauche bei Reconvalescenten veranlasst hat. Nicht zu verkennen ist aber, dass die Wirkung des Alkoholes wesentlich modificirt wird durch andere bei der Gärung theils neu entstandene Verbindungen, theils durch unzersetzt gebliebene. Zu den ersteren sind die geringen Mengen höherer Alkohole und Aether, zu den letzteren die unzersetzten Zuckerreste, Glycerin, Säuren und deren Salze, darunter die des Kalium und der Phosphorsäure zu rechnen. Besonders der letzteren Gruppe muss eine einhüllende Wirkung auf den Alkohol zugeschrieben werden. Die südlichen Weine mit Einschluss der Tokajer werden alle durch Concentration des ursprünglichen Traubensaftes erhalten.

Bei der Darstellung des Tokajer wird gewöhnlicher Wein mit Zibeben behandelt und schliesslich mit Rohrzucker versetzt, sowie Weingeist zugegeben; der Malaga wird gewonnen, indem man den von Natur aus goldgelben Wein stark eindampft, bis zum beginnenden Braunwerden (Arope) erhitzt und Weingeist zugibt. Der Madeira und Sherry bleibt jahrelang an der Sonne stehen, damit Wasser verdunstet und der Saft dadurch concentrirter wird.

Da in einer Flüssigkeit, die 15 Vol.-% Alkohol enthält, Zucker nicht mehr in Gärung übergeht, ist es erklärlich, warum alle noch Zucker enthaltenden südlichen Weine diese Grenze an Weingeist zu erreichen haben.

Weil alle diese Weine concentrirtere Flüssigkeiten darstellen, so finden wir in denselben alle Bestandtheile der Weine in gesteigerter Menge vor mit Ausnahme der weinsauren Salze, deren Löslichkeit in umgekehrtem Verhältnisse zum Alkoholgehalte steht. Der gesteigerte Verbrauch an Sherry, dessen relativ hohe Herstellungskosten, haben in Hamburg eine Industrie hervorgerufen, auf die aufmerksam zu machen, Zweck dieser Zeilen ist.

Ich meine die Fabrication von Sherry, der insbesondere England und die unteren Rheinlande als Absatzgebiet hat. Nachdem die nach England ausgeführten Weine in neuerer Zeit wieder als englische Weine eingeführt worden sein sollen und diese Fabricate in neuester Zeit als »chemisch reine« Sherry angeboten und verkauft worden sind, glaube ich um so mehr zu dieser Darlegung berechtigt zu sein, als es für den Arzt gewiss nicht gleichgültig sein kann, ob der von ihm gegebene Sherry concentrirter Wein ist, oder kaum Spuren von demselben enthält und lediglich im Alkoholgehalte mit demselben übereinstimmt. Ich lasse nachstehend Analysen von Sherry folgen:

	Wein 1	Wein 2	Wein 3
Spec. Gewicht (15 ° C.)	0,9875	0,9934	0,9940
Alkohol in Gew.-Proc.	17,21	14,41	16,65
Extract berechnet	3,64	4,11	4,05
» gewogen	3,75	4,05	3,89
Asche	0,2320	0,1600	0,2100
Alkalität derselben in ccm N. S.	1,6	0,2	0,40
Phosphorsäure	0,0319	0,0080	0,0110
Schwefelsäure	0,0219	0,0219	0,0227
Kaliumsulfat	0,0476	0,0475	0,0494
Acidität in ccm N. L.	0,85	0,40	0,50
» leicht flüchtig	0,15	0	0,15
» als Weinsäure	0,6375	0,3000	0,3750
Glycerin	0,9140	0,3349	0,4840
Polarisation (Wild)	— 1,66	+ 0,80	— 0,40
» nach Inversion	— 1,66	— 0,60	— 0,40
Chlor	kaum Spuren	0,0490	0,0420

Wein 1 ist ein Sherry, dessen Zusammensetzung keinen Grund zu irgend einem Zweifel gibt.

W e i n 2 ist ein „Hamburger Sherry", der sehr wenig Wein enthält und der aus Zucker, Wasser, Weingeist, Kochsalz hergestellt wurde.

Die Rechtsdrehung des Weines beweist, dass der Zuckerzusatz bei Abwesenheit von Hefe stattgefunden hat und erst vor dem Versande geschehen ist. Es wird dies dadurch unterstützt, dass gelindes Erwärmen des Weines die Rechtsdrehung aufhebt und die Flüssigkeit linksdrehend macht.

Der geringe Gehalt von Glycerin steht in gar keinem Verhältniss zum Extracte und Alkohole und beträgt weniger als die geringsten Hefenweine haben. Entscheidend für das Kunstproduct ist das ganz enorme Zurücktreten der Mineralstoffe, das durch einen Zusatz von Kochsalz, das dem Weine einen ganz specifischen Geschmack verleiht, verdeckt werden soll.

W e i n 3 ist als ein Verschnitt von Hamburger Kunst-Sherry zu erklären.

Der Zuckerzusatz hat hier schon früher stattgefunden, so dass die Inversion desselben durch die vorhandene Säure vollständig bewirkt worden ist. Die Mineralbestandtheile treten auch hier noch stark zurück und sind durch Kochsalz ersetzt worden. Die phosphorsauren Salze sind, wie im vorigen, in so geringer Menge vorhanden, wie sie selbst e i n s e h r g e r i n g e r W e i n n i e z e i g t.

Es dürfte deshalb gerathen erscheinen, gerade die Südweine auf das sorgfältigste zu beobachten und insbesondere den Verkauf derselben an Reconvalescenten von einer genauen Prüfung abhängig zu machen.

Ueber die hygienische Bedeutung und die Erkennung des Kohlenoxyds.

Von

Dr. A. P. Fokker,

Professor der Hygiene in Gröningen.

Das zweite Heft dieses Archivs enthält eine Mittheilung von Dr. Max Gruber »über den Nachweis und die Giftigkeit des Kohlenoxyds und sein Vorkommen in Wohnräumen«. Gruber behauptet darin auf Grund von Experimenten, dass es einen Grad der Verdünnung gibt, bei welchem das Kohlenoxyd, auch bei länger fortgesetzter Einathmung keinerlei Krankheitssymptome hervorruft, angeblich weil es dann gar nicht, oder nur spurenweise vom Blute aufgenommen wird.

Aus mehreren Versuchen an sich selbst und an Kaninchen angestellt, schliesst er, dass bei sehr starker Verdünnung das Kohlenoxyd unschädlich sei und die Grenze der Schädlichkeit bei einer Verdünnung von 0,05, sicherlich aber von 0,02 % liege. Er betont weiter, dass das Kohlenoxyd lediglich durch Sauerstoffverdrängung wirkt und meint, dass eine Verdünnung des Gases, die, wie in seinen Experimenten, innerhalb drei Stunden wirkungslos bleibt, auch bei dauernder Einwirkung keinen Schaden bringt.

Aus Gruber's Experimenten geht hervor, dass bei minimalen Kohlenoxydmengen keine Intoxication auftritt; diess lässt sich in der That nicht bestreiten. Eine andere Frage ist es aber, ob doch die fortwährende Einathmung keinen Schaden bringen kann. Dies muss unbedingt angenommen werden.

Jedes eingeathmete Molekül Kohlenoxyd wird sich doch mit Hämoglobin verbinden; mag nun auch, wo nur wenige einge-

athmet werden, das Kohlenoxyd bald durch Dissociation und Oxydation beseitigt werden, ohne dass eine bedeutende Anhäufung des Gases im Blute eintreten kann, so ist doch dieses Hämoglobin, sei es auch auf kurze Zeit, für die Sauerstoffbindung untauglich geworden.

Bei Leuten, welche fortwährend geringe Mengen Kohlenoxyd einathmen müssen, wird also — die »anemie des cuisiniers« lehrt es — der Sauerstoffaufnahme und der Blutbildung geschadet werden, und es kommt mir wahrscheinlich vor, dass der geringe Kohlenoxydgehalt der durch Ofenheizung und Tabackrauch fortwährend verunreinigten Luft, eine der Hauptursachen der bleichen Hautfarbe und mangelhaften Ernährung unserer Stubenhocker sei.

Dass auch bei der Athmung sehr verdünnter Kohlenoxydmengen doch ein Theil dieses Gases im Blute aufgespeichert wird, sei es auch ohne dass Intoxication auftritt, lehren die Versuche Grehant's, welcher bei einem Kohlenoxydgehalt der Luft von nur 0,025 % nach einer Stunde einen Kohlenoxydgehalt des Blutes von 1,2 Vol.-Proc. fand [1]).

Dass Gruber in der Luft von Wohnräumen kein Kohlenoxyd nachweisen konnte, scheint gegen die Empfindlichkeit der Fodor'schen Methode zu sprechen, oder beweist doch nur so viel, dass der CO-Gehalt der untersuchten Luft weniger als $^1/_{20000}$ betrug. Der Beweis, dass der Tabackrauch, in welchem wir leben, CO enthält, ist sicher überflüssig, und anderen Untersuchern, Cl. Bernard u. A., ist dieser Nachweis immer gelungen. Auch mir gelang derselbe auf diese Weise, dass ich eine 20 Liter-Flasche mit Luft aus der Nähe des Ofens füllte und in dieselbe ein Uhrglas mit $PdCl_2$-Lösung stellte; nach 24 Stunden war letztere theilweise reducirt.

Gruber experimentirte mit dem Fodor'schen Verfahren, das er ausführlich beschreibt und wenigstens für qualitative Erkennung brauchbar fand. Er behauptet durch Schütteln von 10—20 Liter einer Luft mit mässig verdünntem Blut während

1) Hermann, Handb. d. Physiol. Bd. 1 S. 60.

15—20 Minuten, nach dieser Methode ein CO-Gehalt von 1 auf 20000 erkennen zu vermögen.

Mir scheint diese Methode zur genauen Erkennung kleiner Kohlenoxydmengen unzuverlässig und zwar aus mehreren Gründen:

1. Weil man nicht sicher ist, dass die durch die $PdCl_2$-Lösung streichende Luft sämmtliches Kohlenoxyd in derselben zurücklässt. Nimmt man statt einem zwei mit $PdCl_2$-Lösung gefüllte Absorptionsapparate, so wird, bevor noch die erstere Lösung gänzlich reducirt ist, schon in der zweiten Reduction stattfinden. Die Möglichkeit liegt also vor, dass Spuren des Gases mit der Luft durchgehen und sich der Beobachtung entziehen. In der That ist es mir öfters vorgekommen, dass ich geringe Kohlenoxydmengen auf diese Weise nicht zurückfinden konnte;

2. weil man, um Luft durchsaugen zu können, das Blut stark verdünnen muss. Unverdünntes Blut gibt bei der Coagulation einen festen Kuchen, welcher, mag man auch noch so lange Luft durchsaugen, doch Gase zurückhalten kann. Bei genauem Befolgen des von Fodor u. A. angepriesenen Verfahrens ist dies zwar unnöthig, weil hier die auf Kohlenoxyd zu prüfende Luft mit schon verdünntem Blut ausgeschüttelt wird. Indessen muss dies die Genauigkeit des Verfahrens beeinträchtigen. Aus Versuchen von Gruber geht hervor, dass bei geringem Kohlenoxydgehalt einer Luft Blut nur einen Theil, eventuell selbst nur eine Spur des Gases zu binden im Stande ist, angeblich weil der niedrige Partiardruck des Kohlenoxyds zu einer bedeutenden Dissociation Anleitung gibt. Die relative Dissociation wird aber um so grösser sein, je verdünnter das Blut ist, das zur Absorption verwendet wird. In einem Blute, das der Diffusion mit einem Gasgemisch, das CO enthält, ausgesetzt ist, werden fortwährend Moleküle Kohlenoxydhämoglobin gebildet und andere zersetzt. Ist der Partiardruck des Kohlenoxyds ein geringer, so wird zwar Kohlenoxydhämoglobin gebildet, aber diese Verbindung wird so schnell durch Dissociation wieder zerlegt, dass nur Spuren des Gases im Blute aufzufinden sind.

Aber der Kohlenoxydgehalt des Blutes, d. h. die Menge des gebildeten Kohlenoxydhämoglobins, das der Dissociation wider-

steht, muss um so grösser sein, je grösser die Menge des Hämoglobins, je concentrirter also das Blut ist. Wäre dies nicht der Fall, wie würde es dann möglich sein nach der Schlösung'schen Methode Ammoniak zu bestimmen, oder je flüchtige Säuren oder Basen durch nicht flüchtige Basen oder Säuren zu absorbiren.

Vogel hat unrecht als er behauptet: »Wenn eine, eine sehr geringe Menge CO enthaltende Zimmerluft nicht mehr im Stande ist, auf das im höchsten Grade verdünnte Blut, welches bei der CO-Probe zur Anwendung kommt, zu reagiren, so ist diese Luft auch nicht im Stande das viel concentrirtere Blut der menschlichen Lunge zu vergiften [1])«, zumal da Vogel hier nicht auf den Temperaturunterschied zielt, sondern diese Aeusserung nur zu folgern scheint aus seiner Empfehlung: »Ist die Menge des CO nicht genügend alles gegenwärtige Hämoglobin in Kohlenoxydhämoglobin umzuwandeln, so erhält man die Reactionen des Kohlenoxydhämoglobins und Oxyhämoglobins neben einander. Ebendeshalb empfiehlt es sich, zuerst sehr verdünntes Blut zu verwenden [2]).«

Später hat man nicht selten übersehen, dass Vogel's Empfehlung gegeben war in der Absicht das Kohlenoxydhämoglobinspectrum unvermischt zu erzeugen, nicht aber um die Empfindlichkeit des Verfahrens zu erhöhen. Wahrscheinlich ist aber die Nothwendigkeit bei der Vogel'schen Probe die Luft mit verdünntem Blut auszuschütteln, eine der Ursachen, warum dieselbe sehr wenig empfindlich ist.

3. Hat die Fodor'sche Methode den Nachtheil, dass das verdünnte Blut beim Durchsaugen von Luft stark schäumt. Dabei wird die $PdCl_2$-Lösung leicht durch Schaum verunreinigt, zumal da, nach Gruber, um bei geringen Mengen des Gases die Reaction zu erhalten, das Durchsaugen von Luft 3 bis 4 Stunden dauern muss.

Ich habe nun folgendes, auf dem nämlichen Princip basirtes Verfahren in jeder Hinsicht brauchbarer gefunden.

---

1) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. Bd. 11 S. 236.

2) Ber. d. d. chem. Gesellsch. Bd. 10 S. 794.

1 bis 2 ccm des Blutes, das auf CO geprüft werden soll, wird in ein kleines, wenig tiefes Becherglas gethan, das zwischen drei gebogene Messingdrähte geklemmt ist. Die oberen Enden der letzteren tragen ein mit ein wenig $PdCl_2$-Lösung versehenes Uhrglas, während die unteren Enden in eine runde Messingplatte gelöthet sind. Das so eingerichtete Becherglas wird in eine mit Wasser gefüllte Porcellanschüssel gestellt und mit einer engen Glasglocke bedeckt.

Jetzt wird durch einen steifen Gummischlauch, neben dem Becherglase eingeführt, zwei Drittel der Luft aus der Glasglocke ausgesaugt. Das Wasser steigt in dieser in die Höhe und das Becherglas, das nur wenig gefüllt ist und durch die Messingplatte senkrecht gehalten wird, schwimmt auf der Oberfläche des Wassers. Sodann wird durch eine untergestellte Lampe das Wasser zum Kochen erhitzt, das Blut coagulirt und das frei werdende Kohlenoxyd reducirt die $PdCl_2$-Lösung auf dem Uhrglase. Enthält das Blut nur Spuren des Gases, so findet die Reduction nicht gleich statt und muss man den Apparat 24 Stunden lang ruhig stehen lassen. Das Wasser, welches nach dem Erkalten die unteren zwei Drittel der Glasglocke wieder anfüllt, wird dann die Luft in dem oberen Drittel etwas verdünnen, was die Trennung des CO vom Blute noch begünstigt.

Eine Reduction der $PdCl_2$-Lösung beweist die Anwesenheit von Kohlenoxyd. Nur wenn das Blut Ammoniak enthält würde dies ebenfalls bei der Coagulation frei werden. Indessen könnte dies keine Täuschung verursachen, da $PdCl_2$ durch Ammoniak nicht reducirt wird, sondern damit eine gelbe amorphe Verbindung bildet, welche dem durch CO reducirten schwarzen glänzenden Metallspiegel gar nicht ähnlich ist.

Dasselbe gilt vom Schwefelwasserstoff, der wohl nur sehr selten in frischem Blut vorkommen dürfte.

Die Empfindlichkeit dieses Verfahrens ist fast unbegrenzt, es fehlen ihm die der Fodor'schen Methode eigenen Nachtheile, und ermöglicht es auch einen einzelnen Bluttropfen auf CO zu prüfen, was bei keiner anderen Methode möglich ist.

Als ich eine Maus durch CO ersticken liess und die einzelnen Bluttropfen, welche sich nach Durchschneiden des Halses aus-

pressen liessen, in den Apparat brachte, bekam ich noch eine so starke Reaction, dass die fünfmal kleinere Blutmenge hingereicht haben würde, um das Kohlenoxyd noch zu erkennen. Die Bluttropfen der Maus wogen nicht ganz 0,4 g. Nimmt man an, dass 1 g Hämoglobin etwa 1 ccm Kohlenoxyd binde und das Blut 15 % Hämoglobin enthalte, so muss die CO-Menge etwa 0,06 ccm betragen haben, und würde also noch 0,01 ccm erkennbar sein.

In den Figuren 1 und 2, welche wohl keiner näheren Erklärung bedürfen, ist der von mir benutzte Apparat gegeben.

Fig. 1.

Gruber führt einige Versuche an, aus welchen er schliesst, dass bei geringem Kohlenoxydgehalt der Luft das Blut nur einen sehr geringen Theil des Gases aufnimmt. Er bringt in eine 20 Liter haltende Flasche 6 ccm CO und 10 ccm Blut, für dessen Sättigung also die dreifache erforderliche Menge zugegen ist: doch nimmt das Blut nicht einmal so viel CO auf, dass letzteres mit der Vogel'schen Probe nachweisbar ist. Weiter bringt er in eine 20-Liter-Flasche 2 ccm CO und 10 ccm Blut, giesst nach dem Umschütteln das Blut aus und bringt frisches Blut hinein; nachdem dies viermal und öfters wiederholt war, erwies es sich, dass jede Blutprobe nur sehr unbedeutende Mengen des Gases gebunden hatte. Gruber erklärt dies richtig als Dissociationserscheinungen und findet auch in letzterer die Ursache, warum die Vogel'sche Probe bei Anwendung grösserer Luftmengen nicht empfindlicher wird. Man würde aber irren, wenn man meinte, dass bei der Athmung derartiger Gasgemische durch ein Thier sich die Sache ebenso



Fig. 2.

verhalten würde. Hier sind die Verhältnisse andere, so dass ungeachtet der höheren Temperatur, welche die Dissociation fördern muss, doch ungleich mehr von dem Gase gebunden werden kann.

Es ist nämlich eine ganz andere Sache, ob man 10 ^{ccm} Blut in einer 20 Liter-Flasche schüttelt — von schütteln kann aber bei dem Missverhältnisse zwischen der Menge des Blutes und der Oberfläche der Flasche, die ganz zu benetzen das Blut nicht einmal hinreicht, kaum die Rede sein — oder ob man das Gasgemisch einwirken lässt auf das Lungenblut, das auf eine unendlich grosse Oberfläche vertheilt ist, um so mehr da letzteres reducirtes Hämoglobin, das Blut in der Flasche nur Oxyhämoglobin enthält.

Ueberdies existiren in der Lunge Bedingungen, welche die Aufnahme des CO erleichtern müssen. Offenbar hängt die Menge des im Blute aufgenommenen CO von zwei Factoren ab: von seiner Bindung durch das Hämoglobin und von der nachfolgenden Dissociation. Die Bindung des CO wird bei der äusserst feinen Vertheilung des Blutes in der Lunge sehr leicht von statten gehen. Auch die nachfolgende Dissociation würde dieselben günstigen Bedingungen vorfinden, wenn nicht das Blut unmittelbar, nachdem es das Kohlenoxyd aufgenommen hat, schon aus den feinen Capillargefässen in die Lungenvenen, das Herz und den grossen Kreislauf getreten wäre. Es fehlt also dem Blute in der Lunge die Zeit, um durch Dissociation das gebundene Kohlenoxyd wieder theilweise zu verlieren. Dies wird erst in den Geweben möglich, welche statt reinen Sauerstoff nun auch Kohlenoxyd erhalten, das, soweit es hier nicht oxydirt wird, sich allmählich etwas anhäufen muss. Ob das Kohlenoxyd hier schadet, ob vielleicht der Zerfall der Gewebe zunimmt, weil die Sauerstoffmenge, welche zu den Geweben tritt, abgenommen hat, mag dahingestellt werden. So viel ist sicher, dass bei der Athmung von kleinen Mengen Kohlenoxyd, wenn auch keine Anhäufung im Blute, doch eine Störung der inneren Athmung zu befürchten ist, welche leicht Nachtheil bringen könnte.

Es scheinen mir deshalb Gruber's Experimente nichts zu beweisen gegen die Aufnahme auch geringer Mengen Kohlen-

oxyds durch das Lungenblut eines athmenden Thieres und keinesfalls zu dem Schlusse zu berechtigen, dass Kohlenoxydgemenge, welche keine Intoxication, d. h. keine Asphyxie verursachen, darum keine hygienische Bedeutung haben würden.

Nachdem Herman's Versuche[1]), das »Anthropotoxin« ausfindig zu machen, zu keinem Resultat geführt haben, ist zwar die Nichtexistenz dieser schädlichen Substanz noch nicht erwiesen; doch ist jedenfalls das Bedürfniss, die unzweifelhaft schlimmen Folgen, welche das Athmen schlechter Luft hat, auf natürliche Weise zu erklären, grösser geworden.

Mir scheint der Versuch Speck's[2]) ein gelungener, nur hätte er den Kohlenoxydgehalt der Luft unserer geheizten und von Rauch erfüllten Wohnungen nicht gänzlich übersehen sollen. Aber es wäre gewiss ein Rückschritt, wenn wir auf mangelhaften Grundlagen die hygienische Bedeutung eines schädlichen Gases verneinten, so lange nur erwiesen ist, dass dieses in der Luft unserer Wohnungen in zu kleiner Menge vorkommt, um acute Krankheitserscheinungen herbeizuführen.

---

1) Archiv f. Hygiene Bd. 1 S. 5.
2) Archiv f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 17 S. 5.

Untersuchung des Liebig'schen Fleischextractes.

Aus der Untersuchungsanstalt des hygienischen Institutes München.

Liebig hat zur Prüfung des Fleischextractes, welches unter seinem Namen aus Fray-Bentos in Uruguay in den Handel kommt, als Richtschur die Bestimmung der Asche, des Wassers und des in 80 proc. Weingeist löslichen Theiles des Extractes genommen. Es genügen diese drei Bestimmungen neben der Geschmacksprobe auch vollkommen, um die Güte des Artikels zu beurtheilen. Die Wasserbestimmung schützt vor zu geringwerthiger, verdünnter Waare, der Aschengehalt muss dem natürlichen Aschengehalt des Fleischsaftes entsprechen, und das Alkoholextract lässt mit Berücksichtigung des Aschengehaltes und der Trockensubstanz einen Gehalt an Leim und anderen in Weingeist unlöslichen Stoffen erkennen. Da zu wünschen ist, dass die Untersuchungen überall gleichmässig ausgeführt werden, so sei hier die im hiesigen Laboratorium noch von Liebig stammende Methode mitgetheilt.

1. Zur Aschenbestimmung genügt ca. 1^{g} Fleischextract, das in einer Platin- oder auch dünnen Porzellanschale verkohlt und weissgebrannt wird. Kochsalzzusatz zum Fleischextracte würde aus dem Verhältniss der Asche zu den folgenden Grössen sofort erkannt werden.

2. Zur Bestimmung des Wassers werden ca. 2^{g} Extract 36 Stunden lang bei 100^{0} C. getrocknet.

3. Für die Bestimmung des Alkoholextractes werden ca. 2^{g} in einem Becherglase abgewogen und in 9^{ccm} Wasser gelöst. Zu dieser concentrirten wässerigen Lösung werden 50^{ccm} Weingeist von 93^{0} Tr. gegeben, der einen starken Niederschlag hervorruft. Der Niederschlag setzt sich fest ans Glas an und kann der Weingeist klar in eine gewogene Schale abgegossen werden, in der man ihn bei ca. 70^{0} C. abdunsten lässt. Die gefällte Substanz wird mit 50^{ccm} Weingeist von 80^{0} Tr. ausgewaschen, die Waschflüssigkeit wie

der erste Alkoholauszug in der gleichen Schale abgedampft und der Rückstand 6 Stunden lang bei 100° C. getrocknet.

Die Asche darf zwischen 22 und 25, das Wasser zwischen 16 und 21, das Alkoholextract zwischen 56 und 65 % schwanken. Aus 170 in dieser Art ausgeführten Analysen ist in Procenten

	Asche	Wasser	Alkoholextract
das Mittel	23,02	18,79	61,85
Minimum	22,3	16,4	57,3
Maximum	25,2	21,8	64,9

Man sieht aus der Differenz zwischen dem Mittel und dem Maximum und Minimum, mit welcher Gleichmässigkeit die Fabrik in Fray-Bentos und das Generaldepot in Antwerpen arbeiten. Seit mehr als zehn Jahren waren nur ein paar Lieferungen wegen zu hohen Wassergehaltes zu beanstanden, welcher dann durch Abdampfen in Antwerpen bis zur Norm regulirt wurde.

Was wird heutzutage nicht alles unter dem Namen Liebig's Fleischextract verkauft! obschon Liebig nur der unter seinen Auspicien gegründeten Liebig's Extract of Meat Company die Führung seines Namens gestattet hat; denn für ihn war Liebig's Extract nur das von ihm oder seinem Delegirten (Pettenkofer) geprobte Extract. Liebig hat sich nie für den Erfinder des Fleischextractes gehalten, sondern sich, als er das erste Mal davon sprach, ausdrücklich auf ältere Mittheilungen von Proust und Parmentier bezogen [1]), aber er war der Schöpfer und Begründer der Fleischextractfabrication im Grossen und hatte gewiss das volle Recht, seinen illustren Namen denjenigen zu reserviren, welche zuerst das Risico der Ausführung im Grossen übernahmen. Dieses Recht aber hat die Concurrenz, namentlich in England, ungehindert mit Füssen getreten.

1) Liebig citirt in den Annalen d. Chemie 1847 Bd. 62 S. 361: Proust Annal. de Chim. et de Phys. 3ᵉ ser. tom. XVIII p. 177. Wer da die Annales de Chimie aufschlägt, findet nichts von Proust und Fleischextract. Das Citat leidet an einem kleinen Irrthum, der bisher immer übersehen wurde. Proust's Abhandlung steht nicht im 18. Band der dritten Serie, der dem Jahre 1846 angehört, sondern im 18. Bande der ersten Serie, welcher die Jahreszahl 1821 trägt.

Taf. I

3. Etage.

Abtritt

2. Etage.

Jan.
Febr.
März
April
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sept.
Octb.
Novb.
Dezb.

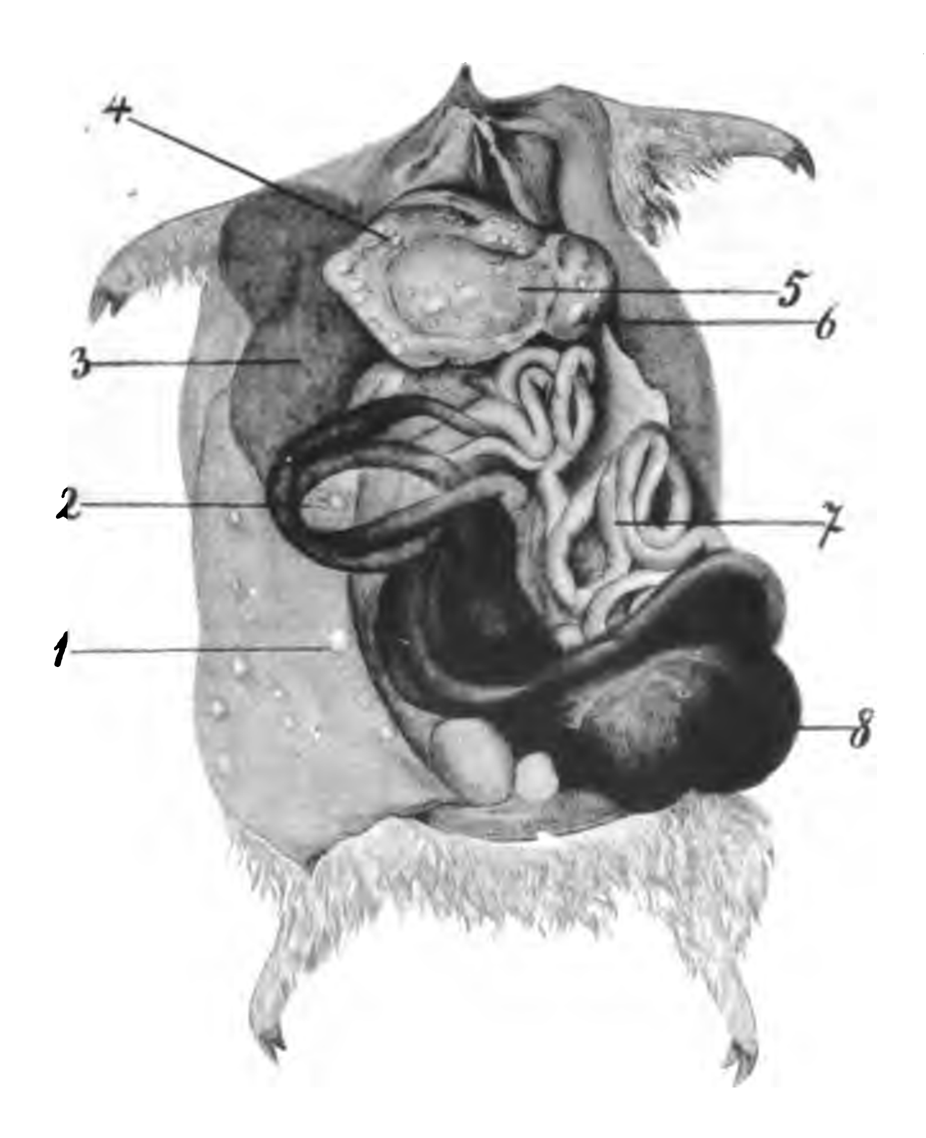
1 Etage.

Jan.
Febr.
März
April
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sept.
Octb.
Novb.
Dezb.

Erdgeschoss.

Jan.
Febr.
März
April
Mai
Juni
Juli
Aug.
Sept.
Octb.
Novb.
Dezb.

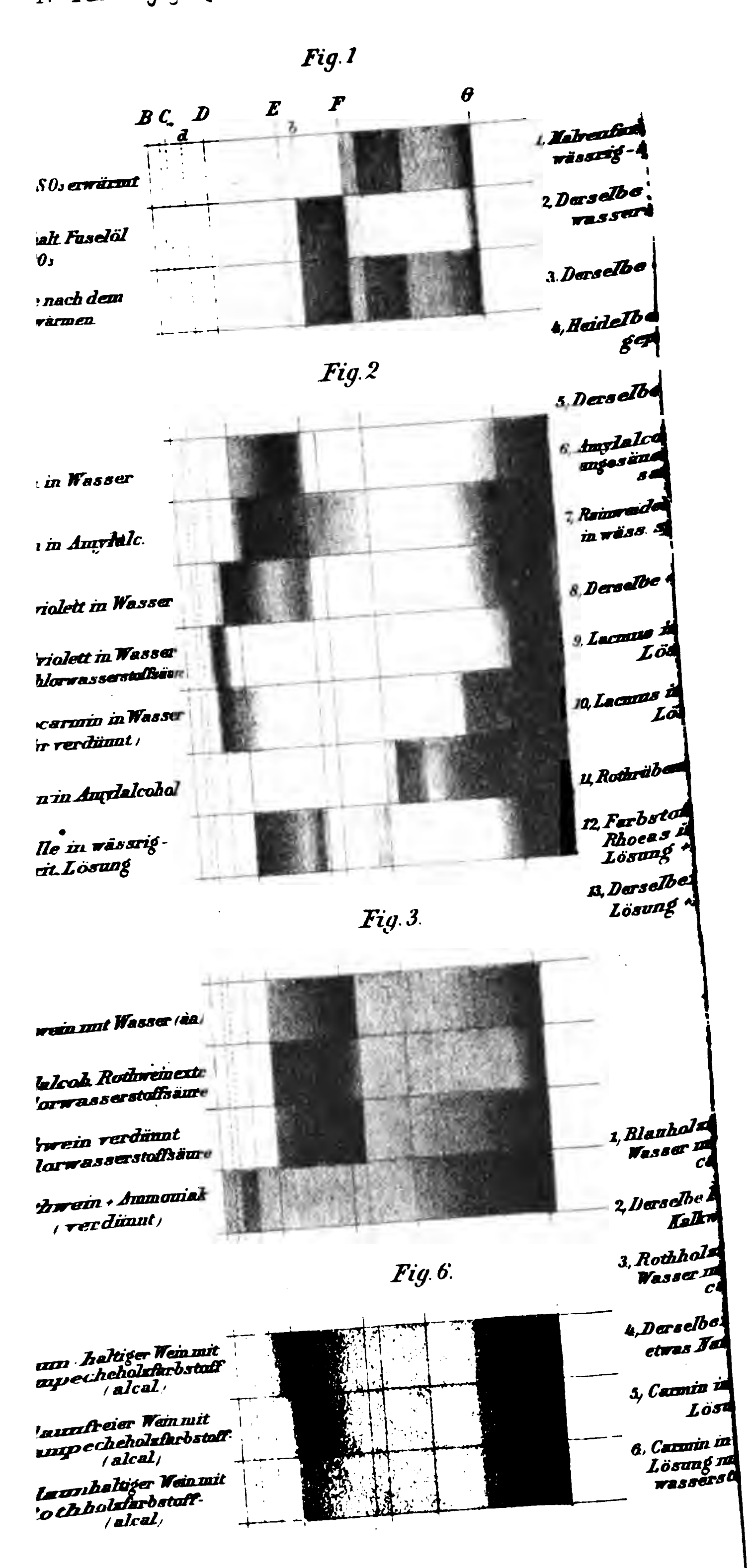
ich 12 Fächer, die den Monaten entsprechen.
nen in Tod übergegangenen Typhusfall bedeutet.
ht als Manschafts-Wohnräume dienten



Ueber die Infectiosität der Milch perlsüchtiger Kühe.

Von

Dr. Ferdinand May.



Lith. Anst. v Franz Moises Munch

